

Recherches physico-chimiques sur le milieu intérieur de quelques parasites

par

W.-H. SCHOPFERD^r ès sciences

Avec 12 figures et 27 tableaux dans le texte.

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	64
BUT DES RECHERCHES	65

PREMIÈRE PARTIE

Etude physico-chimique de quelques parasites, Plathelminthes et Némathelminthes.

GÉNÉRALITÉS: DÉTERMINATION DES CONCENTRATIONS MOLÉCULAIRES; DÉTERMINATION DES CHLORURES	66
---	----

CHAPITRE 1. — *Parasites de Mammifères.*

§ 1. Némathelminthes.

A. <i>Ascaris megalocephala</i>	71
B. <i>Ascaris lumbricoides</i>	74
C. <i>Ascaris ovis</i>	74
D. <i>Ascaris vitulorum</i>	75
E. Quelques particularités chimiques du liquide coelomique d' <i>Ascaris megalocephala</i>	75
F. Expériences d'hypo- et d'hypertonie: Comportement osmotique des animaux	79

§ 2. Trématodes.

A. <i>Fasciola hepatica</i>	
a) Du mouton	93
b) Du bœuf	93
B. Caractères physico-chimiques de la bile du foie parasité	95

§ 3. Cestodes.

A. <i>Moniezia expansa</i>	97
B. <i>Anoplocephala perfoliata</i>	98
C. <i>Taenia marginata</i>	98
D. <i>Bothriocephalus serratus</i>	98

§ 4. Remarques générales sur les parasites de Mammifères 99

CHAPITRE 2. — *Parasites de Poissons.*

I. Poissons d'eau douce.

§ 1. Cestode.

A. <i>Eubothrium crassum</i>	102
--	-----

II. Poissons marins pœciloosmotiques.

§ 1. Cestodes.

A. <i>Bothriocephalus spec.</i>	103
---	-----

§ 2. Némathelminthes.

A. <i>Proleptus obtusus</i>	104
---------------------------------------	-----

Tableau général	105
---------------------------	-----

CHAPITRE 3. — <i>Essai sur le déterminisme du parasitisme; application des données physico-chimiques à l'explication de la spécificité parasitaire</i> . .	106
--	-----

CONCLUSIONS	111
-----------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE	112
-------------------------	-----

DEUXIÈME PARTIE

Etude physico-chimique du liquide de *Cysticercus tenuicollis*.

GÉNÉRALITÉS	115
-----------------------	-----

MÉTHODES ET TECHNIQUES	119
----------------------------------	-----

CHAPITRE 1. — *Déterminations physico-chimiques.*

§ 1. Densité	125
§ 2. Concentration moléculaire	125
§ 3. Tension superficielle	126
§ 4. Concentration en ions hydrogène	126
§ 5. Indice de réfraction	126

CHAPITRE 2. — *Déterminations chimiques.*

I. Déterminations générales.

§ 1. Extrait sec	129
§ 2. Cendres	130
§ 3. Matières organiques	130
§ 4. Teneur en eau	130
§ 5. Teneur en azote total	131

II. Matières organiques.

§ 1. Matières protéiques.

A. Globulines	133
B. Sérines	133
C. Albumoses et peptones	133
D. Fibrinogène	133
E. Mucine	133
§ 2. Urée	133
§ 3. Acide urique.	135
§ 4. Créatinine	137
§ 5. Cholestérine	137
§ 6. Glucose	138
§ 7. Acide lactique	140

III. Matières minérales.

§ 1. Chlorures	140
§ 2. Sulfates	142
§ 3. Amoniaque	142
§ 4. Phosphore	143
§ 5. Fer	143
§ 6. Chaux	143
§ 7. Magnésie	143

IV. Substances spéciales.

§ 1. Hémoglobine.	144
---------------------------	-----

V. Propriétés biochimiques du liquide de cysticerque.

§ 1. Pouvoir glycolytique	144
§ 2. Pouvoir amylolytique.	145

VI. Composition des membranes et du scolex de <i>Cysticercus tenuicollis</i>	145
VII. Comparaison du liquide de cysticerque avec d'autres humeurs	149
CHAPITRE 3. — Nature de l'équilibre $\frac{\text{Cysticerque}}{\text{Sang}}$	152
CHAPITRE 4. — Nutrition du parasite	156
CHAPITRE 5. — Dégénérescence du parasite	158
CHAPITRE 6. — Perméabilité des membranes	160
I. Perméabilité de la membrane conjonctive, cuticulaire.	
§ 1. Chlorure de sodium	162
§ 2. Glucose	163
§ 3. Urée	163
§ 4. Acides aminés	163
§ 5. Peptones	163
§ 6. Acide urique.	164
§ 7. Glycogène	164
§ 8. Ions H et OH	164
II. Perméabilité de la membrane vésiculaire.	
§ 1. Chlorure de fer	164
§ 2. Phosphate de fer.	165
§ 3. Nitrate de fer	165
§ 4. Sulfate de cuivre.	165
§ 5. Ferrocyanure de potassium	165
§ 6. Acide picrique	166
§ 7. Analyse des phénomènes de perméabilité; différences entre les deux membranes	166
§ 8. Expériences de perméabilité dans les deux sens de la membrane.	
A. Substances à étudier injectées entre les deux membranes	168
a. Cysticerque en milieu liquide.	
b. Cysticerque placé à sec.	
B. Substance injectée dans le liquide interne; cysticerque placé à sec	169

SUR LE MILIEU INTÉRIEUR DE QUELQUES PARASITES	63
§ 9. Matières protéiques	170
§ 10. Cholestérine	171
§ 11. Urée	172
CHAPITRE 7. — <i>Comportement osmotique du Cysticerque.</i>	
§ 1. Milieux artificiels.	173
§ 2. Sérum comme milieu d'expérience	178
CHAPITRE 8. — <i>Comportement du cysticerque dans des milieux</i> <i>de p^H variable</i>	185
CONCLUSIONS	188
BIBLIOGRAPHIE	191

INTRODUCTION

Les recherches qui font l'objet de ce mémoire ont été effectuées au laboratoire de parasitologie de l'Université de Genève de 1924 à 1927; les résultats relatifs aux parasites d'animaux marins ont été obtenus au laboratoire de biologie marine de la Sorbonne à Roscoff. Les principaux points ont fait l'objet de notes destinées à prendre date; le temps nous a manqué jusqu'à maintenant pour étudier la question dans un mémoire détaillé. Entre temps, divers biologistes ont abordé le même problème dans de courts travaux ou ont utilisé nos données pour des recherches voisines des nôtres; tous ont apporté d'intéressantes confirmations de nos premiers résultats.

Il nous est agréable de remercier ici M. le professeur E. ANDRÉ, au laboratoire duquel la plus grande partie de ces recherches ont été faites; nous lui devons beaucoup de conseils. Nous sommes reconnaissant à M. LANDRY, directeur des Abattoirs de Genève, pour l'obligeance qu'il a mise à nous faciliter l'obtention des parasites. Nos remerciements vont encore à M. le professeur G. PEREZ, directeur de la station de Roscoff, pour son aimable accueil ainsi qu'à M. le professeur E. BRINER qui, au début de nos recherches, a bien voulu nous prêter un thermomètre cryoscopique, à M. VALENCIEN, directeur du laboratoire cantonal de Chimie, chez lequel nous avons fait l'étude réfractométrique du liquide de cysticerque ainsi qu'à M. le professeur E. GUYÉNOT qui a bien voulu examiner nos frottis de liquide externe de cysticerque. Nous sommes reconnaissant à M. le professeur G. NUTTALL de nous avoir autorisé à reproduire les figures 2 à 6, parues dans les volumes 17 et 18 de « Parasitology ».

BUT DES RECHERCHES

Lorsqu'on parcourt les traités généraux de parasitologie on est surpris de constater l'extrême pauvreté des chapitres consacrés à la physiologie des parasites, ainsi qu'à leur physico-chimie. Comme le dit CAULLERY (1922) « l'étude physiologique des parasites est encore peu avancée en général et le plus souvent fort difficile. Il n'est pas étonnant que la morphologie ait, encore ici, largement précédé la physiologie ». Notre but est précisément d'apporter une contribution à la question presque inexplorée de la physico-chimie des parasites.

Le but primordial de notre travail est de déterminer la concentration moléculaire des liquides de parasites, de la comparer à celle des humeurs de leurs hôtes, de préciser les rapports osmotiques entre parasite et hôte; nous nous demanderons, enfin, si la notion de concentration moléculaire peut intervenir dans la compréhension du problème plus général de la spécificité parasitaire.

La première partie de cette étude est consacrée à l'examen de divers parasites de Mammifères et de poissons; dans une seconde partie, nous étudions, d'une manière approfondie, le liquide de cysticerque et nous cherchons à mettre au point cette question en utilisant les données éparses, souvent imprécises et contradictoires, que médecins et biologistes ont accumulées sur le liquide d'échino-coque. Nous nous sommes surtout efforcé d'analyser les phénomènes de perméabilité dont la membrane est le siège et qui, eux, ont été tout à fait négligés.

La concentration moléculaire des liquides de parasites n'est pas connue. A part VIALLI (1925), qui, dans une note dont nous avons tardivement pris connaissance, donne quelques chiffres sur ce sujet, nous ne connaissons aucun auteur ayant étudié le problème. DUVAL (1925), dans son importante étude sur les milieux intérieurs des animaux aquatiques, ne parle pas des grands parasites: ils sont pourtant essentiellement aquatiques.

Il nous semble donc que nos recherches comblent une lacune et il faut reconnaître que, pour bien comprendre les relations qui existent entre un animal aquatique et son milieu, la connaissance de leurs caractères physico-chimiques respectifs est indispensable.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE DE QUELQUES PARASITES PLATHELMINTHES ET NEMATHELMINTHES

Généralités. - Déterminations des concentrations moléculaires.

Les déterminations sont faites à l'aide d'un cryoscope à éther, de notre fabrication, et les abaissements du point de congélation (Δ) sont mesurés avec une précision de $1/500^\circ$.

Les chiffres obtenus expriment la concentration du liquide étudié en électrolytes dissous. Le terme de concentration moléculaire sera donc synonyme de pression osmotique, en attribuant, à cette dernière expression, sa définition classique.

Chaque chiffre est le résultat moyen de plusieurs mesures; lorsque celles-ci sont faites avec soin et lorsqu'il s'agit d'un liquide, les résultats sont très voisins les uns des autres.

Avant chaque mesure ou chaque groupe de mesures, nous vérifions le 0° du thermomètre (dans l'eau distillée); cet appareil, fourni par la maison Poulenc, s'est montré d'une très grande exactitude. Son seul défaut est un bulbe assez volumineux, ce qui nécessite, avec une éprouvette interne ordinaire, une assez grande quantité de liquide. Nous avons paré à cet inconvénient en employant une éprouvette plus étroite, ce qui diminue la quantité de liquide nécessaire sans nuire à la précision de la mesure; de cette façon, il est possible de faire une bonne détermination avec 1 cc. de liquide.

Description de l'appareil (voir la figure 1)

L'éprouvette externe, contenant de la glycérine b, reçoit, maintenue solidement par un bouchon, l'éprouvette interne et son thermomètre. Le refroidissement est obtenu par l'évaporation de l'éther dans lequel l'éprouvette externe est plongée; en h, la fermeture doit être hermétique. L'air, en arrivant par le robinet R 2, ouvert, et aspiré par la trompe e, provoque,

en sortant par les orifices du serpentín en cuivre d, l'évaporation désirée. Le flacon B contient une réserve d'éther introduite en f; le remplissage se fait automatiquement par aspiration, le robinet R 1 étant ouvert et R 2 fermé. On peut régler l'intensité de l'évaporation afin de ne pas provoquer un abaissement de température trop rapide. Le cryoscope lui-même est entouré

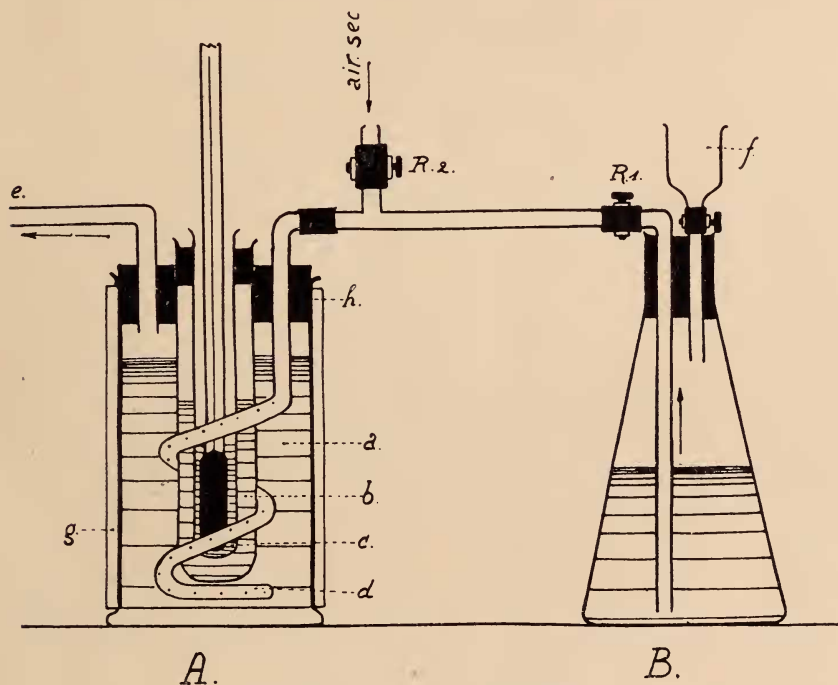


FIG. 1. — Cryoscope utilisé.

d'un manchon protecteur. Cet appareil nous a donné entière satisfaction et supprime l'emploi ennuyeux de la glace.

Avant de l'employer, nous avons effectué de nombreux essais comparatifs avec un cryoscope ordinaire (modèle Beckmann) et avec des solutions étalonnées; ces essais se sont toujours montrés satisfaisants.

Il est aisé de calculer la pression osmotique en atmosphères si l'on se souvient qu'une molécule-gramme dissoute dans un litre d'eau crée un abaissement du point de congélation de $-1^{\circ},85$ et une pression osmotique de 22,4 atmosphères. Une correction

de température est nécessaire puisque les animaux parasites de Mammifères vivent à une température de 37° et que la pression osmotique est fonction linéaire de la température. Comme α est de $\frac{1}{273}$, on peut appliquer l'équation des gaz parfaits :

$$PV = RT ; \text{ comme } v = \frac{1}{c} \text{ nous avons :}$$

$$P = RTC.$$

$$R = \frac{22,41}{273} = 0,0821$$

$$T = 273 + 37 = 310.$$

Quand il s'est agi d'un tissu, nous avons été obligé d'en faire un extrait selon la méthode de FRÉDÉRICQ (1901-1904).

Le tissu est hâché en petits fragments; la masse subit une courte cuisson en vase clos; les matières protéiques qui interviennent d'une façon inappréciable sur l'abaissement du point de congélation, coagulent; par une légère pression, on exprime l'eau entraînant la totalité des électrolytes dissous: ces derniers créent la pression osmotique totale que l'on mesure. La méthode de SABBATANI (1901-1905-1906) qui consiste à se servir d'un fragment de tissu introduit entier dans l'éprouvette du cryoscope, ne peut être utilisée pour les tissus de parasites; par contre, nous l'avons appliquée avec succès au foie.

Les résultats sont évidemment moins précis et surtout ils sont globaux; ils représentent la moyenne des concentrations moléculaires en électrolytes de toutes les cellules du tissu étudié, de même que des liquides intercellulaires, sans qu'on puisse connaître les termes extrêmes de ces séries. Ces données, qui ne manquent pas d'intérêt, doivent être utilisées avec beaucoup de prudence. Il n'existe pas en physiologie animale, pour déterminer la concentration moléculaire du liquide cellulaire, de méthode aussi précise que la plasmolyse en physiologie végétale; nous devons donc nous contenter de cette méthode globale, classique malgré son imperfection.

Dans un certain nombre de cas, quelques auteurs ont employé, pour déterminer la concentration moléculaire des tissus, une méthode thermoélectrique qui donne des résultats très précis (cf. MONTI: *La variabilità della pressione osmotica nelle diverse specie animali*. Atti Soc. Ital. Sc. Nat. 1914, Vol. 53, p. 391).

Chaque fois que l'on a pu comparer les chiffres obtenus à l'aide de cette méthode avec ceux qu'indique la méthode de l'extrait de tissus, on a retrouvé des chiffres très voisins.

Dans beaucoup de cas aussi, la concentration moléculaire des tissus déterminée par cryoscopie sur le tissu entier (SABBATANI) ou sur un extrait de tissu (FRÉDÉRICQ) s'est trouvée du même ordre de grandeur que celle du sang.

Par contre, lorsqu'il s'agit d'un liquide homogène tel que le liquide coelomique d'*Ascaris*, ou de la bile, les résultats sont d'une précision d'ordre physique et ne souffrent aucune discussion.

Nous nous sommes efforcé d'obtenir avec le parasite, le liquide de l'hôte correspondant, bile ou liquide intestinal, afin de pouvoir les comparer. Lorsqu'il s'agit du liquide intestinal, nous ne sommes jamais certain qu'il possède les mêmes caractéristiques physico-chimiques sur toute la longueur de l'intestin grêle; comme d'autre part, nous n'avons jamais la certitude absolue que le liquide intestinal recueilli corresponde exactement à l'endroit où se trouvait, en dernier lieu, le parasite, une certaine prudence s'impose dans la comparaison des chiffres. Cependant, un fait atténue la rigueur de cette critique; dans l'intestin, parallèlement aux phénomènes de perméabilité sélective grâce auxquels s'accomplit le passage des substances au-travers de la paroi, se manifeste un phénomène d'isotonisation au cours duquel le liquide intestinal acquiert une concentration moléculaire voisine de celle du milieu intérieur de l'animal. Il y a donc beaucoup de chances pour que le choix de l'endroit où est prélevé le liquide intestinal n'influe pas d'une façon appréciable sur le Δ de ce liquide. Nous donnerons, plus loin, les détails et les chiffres relatifs à ce problème très intéressant de la physico-chimie de l'intestin.

Les parasites, recueillis sitôt l'animal hôte abattu, sont emportés avec le liquide intestinal correspondant autant que possible à la situation du parasite dans l'intestin; parfois même, lorsque cela est possible, nous emportons la fraction de l'intestin, ligaturée aux deux extrémités, contenant parasites et liquide intestinal, ceci pour les Cestodes et les Nématelminthes. Pour les Trématodes, le foie entier est emporté, la bile et les parasites n'étant extraits qu'au laboratoire. Dans quelques cas, pour une suite d'expériences, les animaux sont conservés pendant quelques heures à 37°, mais toujours dans le liquide d'où ils proviennent. En

établissant un liquide artificiel (ce que l'on ne peut d'ailleurs pas faire avant de connaître les caractéristiques physico-chimiques du parasite) nous ne sommes pas certain de conserver le parasite dans des conditions telles que son milieu intérieur reste inchangé. Le liquide intestinal ne peut être conservé que pendant peu de temps à 37°; très rapidement les putréfactions s'y développent et le rendent inutilisable.

Détermination des chlorures.

Dans quelques cas, des teneurs en chlorure ont été déterminées. La méthode employée est celle de LAUDAT; les matières organiques sont détruites à l'aide de permanganate de potasse, en présence d'acide nitrique concentré; dans la solution devenue claire, les chlorures sont précipités par du nitrate d'argent en excès, titré; l'excès de nitrate est titré en retour par le sulfocyanate de potassium, en présence d'alun de fer comme indicateur.

On peut aussi calculer le rapport existant entre la pression due aux chlorures seuls et la pression osmotique totale.

Quelques chiffres permettent d'avoir des points de repère et de comparer les données fournies par les parasites avec les résultats, très nombreux, déjà obtenus tant avec les Vertébrés qu'avec les Invertébrés libres. Le sang des Invertébrés marins congèle à une température voisine de celle de l'eau de mer, -2° environ; il en est de même pour les poissons Sélaciens. Les Invertébrés d'eau douce ont des milieux intérieurs qui congèlent entre $-0^{\circ},20$ et -1° . Pour les Mammifères supérieurs, la température de congélation oscille autour de $-0^{\circ},60$. Les poissons Téléostéens ont un milieu intérieur de concentration beaucoup plus élevée que celle de l'eau douce; le Δ est de $-0^{\circ},50$ environ.

Notons, enfin, que ces chiffres ne doivent pas être considérés comme des constantes physiques mais comme des données physiologiques dont il importe de connaître les limites de variation.

CHAPITRE I.

Parasites de Mammifères.

§ 1. NEMATHELMINTHES

A. *Ascaris megalocephala* Cloq.

Le liquide cœlomique est extrait à l'aide d'une seringue de Pravaz, ou plus simplement par section de la fine extrémité caudale. Il faut prendre garde de ne couper qu'à 1^{mm} au plus de l'extrémité, car, si l'intestin était sectionné (l'anus étant subterminal) le liquide intestinal de l'*Ascaris* s'écoulerait avec le liquide cœlomique. Le liquide cœlomique ainsi souillé fournirait, à la cryoscopie, des résultats qui ne correspondraient pas à la réalité.

Le liquide obtenu est clair, transparent lorsqu'il est pur, d'une teinte légèrement orangée. Sa composition chimique est connue, dans ses grandes lignes, depuis les travaux de MARCET (1865) et surtout de FLURY (1912) de même que ses propriétés physiologiques et sa toxicité (cf. BRUMPT, 1927).

Ascaris megalocephala présente un dimorphisme sexuel très accentué; seules les femelles, qui sont plus volumineuses, plus allongées et dont les cavités cœlomiques sont assez grandes pour fournir une quantité de liquide suffisant à une cryoscopie, ont été utilisées.

Les mâles n'ont été employés qu'accessoirement, pour la préparation des extraits de tissus; leur cavité cœlomique est très petite, souvent même virtuelle. Nous n'avons pas recherché si les deux sexes présentaient un dimorphisme sexuel d'ordre chimique; la question mériterait d'être étudiée.

Le liquide doit être cryoscopé directement. La coagulation par la chaleur, suivie d'une filtration complète, n'a qu'une influence inappréciable sur le Δ du liquide.

Non coagulé	— 0°,640
Coagulé	— 0°,635

Il est nécessaire d'employer des animaux et des liquides aussi frais que possible: en effet, les fermentations changent assez

rapidement l'état physico-chimique du liquide et les résultats ne correspondent plus à la réalité.

Liquide cœlomique d'*Ascaris*:

Après 5 heures —0°,620

Après 23 heures —0°,749

Liquide intestinal de cheval:

Après 2 heures —0°,745

Après 12 heures —0°,755

Après 36 heures —0°,851

En recueillant aseptiquement le liquide avec une seringue stérilisée et en le plaçant en tubes stériles, il peut être conservé plus longtemps sans modification appréciable de sa concentration moléculaire.

La quantité de liquide obtenue avec un seul ver étant très petite (1 à 1,2 cc. pour les grosses femelles), il est nécessaire de récolter le milieu intérieur de plusieurs individus pour qu'une cryoscopie normale soit possible. Nous sommes en droit de supposer que la concentration du liquide de chaque individu est différente et que les résultats obtenus avec un mélange ne représentent qu'une moyenne; dans la suite nous avons cherché à éliminer cette cause d'imprécision en nous servant d'un cryoscope modifié en vue d'une microcryoscopie; d'ailleurs, les résultats obtenus ont montré qu'il y avait peu d'inconvénients à utiliser le liquide de plusieurs vers, à condition, bien entendu, qu'ils proviennent d'un même cheval.

Les liquides intestinaux sont simplement filtrés sur laine de verre afin d'éliminer les grosses particules végétales qu'ils contiennent.

Résultats obtenus:

TABEAU N° 1.

Nombre de mesures	Quantité de liq. en cc.	Nombre d'individus	Liquide cœlomique Δ	Atmosphères	Liquide intestinal Δ	Atmosphères
1	12	—	— 0°,556	7,65	— 0°,715	9,84
4	15	12	— 0°,632	8,70	— 0°,773	10,63
3	6	12	— 0°,645	8,87	— 0°,774	10,24
2	6	4	— 0°,665	9,15	—	—
2	4 ½	4	— 0°,682	9,38	—	—
1	4 ½	4	— 0°,664	9,14	—	—
2	4	10	— 0°,650	8,94	— 0°,850	11,69
1	5	3	— 0°,620	8,53	—	—
3	5	3	— 0°,605	8,32	—	—
2	4	4	— 0°,616	8,47	— 0°,674	9,27
Variation moyenne . .			— 0°,633 ± 0°,028			

Mesures faites avec le plus petit nombre possible d'individus:

- Nous avons également établi, à l'aide de la méthode de FRÉDÉRICQ, la concentration moléculaire des extraits de tissus d'*Ascaris megalcephala*. La musculature, détachée de la cuticule d'un assez grand nombre d'individus (30 environ) nous donne un extrait dont le Δ est de $-0^{\circ},710$; l'appareil génital donne, avec plusieurs individus, un extrait dont le Δ est de $-0^{\circ},740$. Ces chiffres, qui n'indiquent que des ordres de grandeur, accusent, tout en étant

voisins de ceux du liquide coelomique, une légère hypertonie par rapport à ce dernier.

B. *Ascaris lumbricoides* Linné.

Cette espèce qui nous a été fournie par le porc, ne donne qu'une très petite quantité de liquide. Nous avons donc, avec six individus provenant du même intestin, fait un extrait total; participent à cet extrait: la musculature, pour une faible part le liquide coelomique, peu abondant, et, pour une part négligeable, la paroi de l'intestin; sa concentration s'exprime par un Δ de $-0^{\circ},78$. Chez *Ascaris megalcephala* également, nous avons observé que l'extrait fourni par la musculature avait une concentration sensiblement plus élevée; le chiffre que nous obtenons avec *Ascaris lumbricoides* (extrait total) ne doit pas nous faire conclure à une concentration plus élevée de son liquide coelomique, puisque celui-ci ne prend qu'une très faible part à la composition de l'extrait total. On pourrait, au contraire, en se basant sur le rapport qui existe chez *A. megalcephala*, entre le Δ du liquide et celui de l'extrait total ($-0^{\circ},63$ et $-0^{\circ},73$) procéder par analogie et déduire que chez *A. lumbricoides* le Δ du liquide doit être très voisin de celui d'*A. megalcephala*.

Le liquide intestinal du porc nous fournit des chiffres relativement élevés; 15 mesures faites sur des liquides de consistance variable, provenant de la partie antérieure de l'intestin grêle, attestant les concentrations suivantes:

1. $-0^{\circ},73$	6. $-1^{\circ},05$	11. $-0^{\circ},99$
2. $-0^{\circ},92$	7. $-1^{\circ},15$	12. $-0^{\circ},98$
3. $-0^{\circ},90$	8. $-1^{\circ},30$	13. $-0^{\circ},95$
4. $-0^{\circ},83$	9. $-1^{\circ},07$	14. $-1^{\circ},05$
5. $-1^{\circ},04$	10. $-1^{\circ},22$	15. $-1^{\circ},18$

Comme dans le cas de l'espèce précédemment étudiée, il semble exister une hypertonie nette du liquide intestinal (SCHOPFER, 1927a).

C. *Ascaris ovis*.¹

Un intestin de mouton nous a fourni cinq individus de cette espèce, rare paraît-il, et que nous voyions pour la première fois

¹ Cette espèce semble être celle que NEVEU-LEMAIRE (1942, p. 669) décrit sans nom d'auteur.

Le Dr J. G. BAER nous indique qu'actuellement, on tend à considérer cette espèce comme un *Ascaris lumbricoides* égaré chez le mouton. Le fait n'en est que plus intéressant pour nous, puisque nous pouvons comparer le même parasite chez deux hôtes différents.

(cf. NEVEU-LEMAIRE, 1912, p. 669). Précieux pour nous, ces individus nous permettent d'obtenir le seul chiffre que nous ayons relatif à un Némathelminthe de l'intestin du mouton.

Beaucoup plus grêle encore que l'espèce précédente, *Ascaris ovis* nécessite la préparation d'un extrait; celui-ci fournit un Δ de $-0^{\circ},69$ à $-0^{\circ},70$.

Le liquide intestinal de l'hôte correspondant (5 déterminations) donne un Δ de $-0^{\circ},815$.

Pour cette espèce encore, nous obtenons pour le parasite et pour le milieu extérieur, des chiffres voisins, avec une légère hypertonie du milieu extérieur.

D. *Ascaris vitulorum* Goeze.

Il ne nous a jamais été possible d'obtenir des individus de cette espèce aux Abattoirs de Genève.

Avec le liquide de ce ver, parasitant l'intestin du bœuf, VIALLI (1923a) obtient un Δ de $-0^{\circ},60$. Ce chiffre est du même ordre de grandeur que ceux fournis par les espèces précédentes. VIALLI n'a pas mesuré les concentrations du liquide intestinal du bœuf. A priori, en nous basant sur les observations que nous avons faites sur d'autres liquides intestinaux, nous pouvons supposer que sa concentration est voisine de celle du milieu intérieur du bœuf.

E. *Quelques particularités chimiques du liquide cœlomique d'Ascaris megalocephala*.

Dans ses grandes lignes, la composition chimique de ce liquide est connue. MARCET, dans une note publiée à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, en 1865, avait déjà attiré l'attention sur sa pauvreté en chlorures et indiquait que les phosphates y prédominaient. Nous avons dosé ces chlorures par la méthode très précise de VOLHARDT modifiée par LAUDAT; 2 cc. de liquide sont additionnés de 5 cc. de AgNO_3 , de 4 cc. de KMnO_4 et de 5 cc. de HNO_3 concentré. Le mélange est chauffé jusqu'à décoloration complète; la matière organique est détruite; le nitrate d'argent en excès est titré par KCNS n/10, en présence d'alun de fer amoniacal.

Nous trouvons comme moyenne de 5 analyses une teneur de 1,20 gr. ‰ (exprimée en chlorure de sodium). Dans un cas, $2\frac{1}{2}$ cc.

de liquide provenant de trois individus (du même cheval) avaient une teneur de 1,17 gr. ‰ . Le liquide intestinal correspondant avait une teneur de 4,68 gr. ‰ .

Le liquide, pour chaque analyse, est fourni par deux parasites. La faible variation que nous observons entre les différents groupes de deux individus indique que selon toute probabilité, la variation individuelle doit être faible également.

Si nous calculons l'abaissement du point de congélation dû aux chlorures seuls (1,20 ‰ NaCl.), nous trouvons:

$$\begin{aligned}\Delta &= M. 1,85. K \\ &\quad M = 0,0205 \text{ mol. gramme} \\ &\quad K = \text{pratiquement } 2 \\ \Delta &= 0,0205 \cdot 1,85 \cdot 2\end{aligned}$$

Les chlorures ne contribuent donc que pour une faible part à l'établissement de la pression osmotique totale. Si nous prenons comme moyenne du Δ du liquide coelomique — $0^{\circ},62$, le rapport de la pression osmotique due aux chlorures à la pression osmotique totale, n'est que de 0,12. Ce ver parasite ressort donc marqué d'un caractère spécial; alors que chez la plupart des Invertébrés, même aquatiques, le chlorure de sodium joue un rôle prépondérant dans l'établissement de la pression osmotique totale, chez *A. megalcephala*, celui-ci n'a qu'une importance minime.

M. DUVAL, dans sa note de 1928, tout en confirmant notre chiffre de concentration moléculaire, trouve une teneur en NaCl différente; le chiffre le plus faible qu'il donne est de 2,66 ‰ : il indique une moyenne de 3,41 ‰ ; les dosages que nous avons répétés ne nous ont jamais donné des chiffres supérieurs à 2 ‰ . S'inspirant de notre idée primitive, DUVAL essaye de faire une comparaison entre le liquide coelomique d'*Ascaris* et le liquide intestinal de cheval; il confirme le chiffre de concentration moléculaire que nous avions donné pour le contenu de l'intestin de cheval; le fait le plus intéressant qu'il observe consiste en une teneur relativement élevée du liquide coelomique en acides aminés, ce qui, d'ailleurs, pouvait se prévoir si l'on se rappelle que le milieu dans lequel vit ce parasite est un milieu de digestion, par conséquent, riche en amino-acides (d'après les déterminations de DUVAL, 1,06 d'azote aminé par litre de liquide intestinal). Seuls les insectes auraient une teneur en azote aminé plus forte. DUVAL arrive de cette manière à expliquer le 68 % de la concentration moléculaire totale du liquide coelomique

d'*Ascaris*; il est certain que si l'on tient compte de toutes les substances indiquées par FLURY, le pourcentage sera plus grand encore.

TABLEAU N° 2.

Tableau général concernant les Nématelminthes de Mammifères.

Parasite	Hôte	Δ Parasite	Δ Hôte
<i>Ascaris megalcephala</i>	cheval	— 0°,62 (liquide)	— 0°,75
<i>Ascaris lumbricoides</i> .	porc	— 0°,78 (tissus)	— 0°,90-1
<i>Ascaris ovis</i>	mouton	— 0°,69 (tissus)	— 0°,82
<i>Ascaris vitulorum</i> . .	bœuf	— 0°,60 (liquide)	—

Il ressort donc de ce tableau que tous les Nématelminthes de mammifères étudiés ont une concentration moléculaire voisine de celle des milieux où ils vivent (liquides intestinaux), mais qu'ils sont légèrement hypotoniques par rapport à ce dernier.

Il est curieux de noter également la similitude presque complète qui existe entre la concentration des milieux intérieurs des parasites étudiés et celle des milieux intérieurs de leurs hôtes.

TABLEAU N° 3.

Parasite	Milieu intérieur parasite	Milieu intérieur hôte
<i>A. megalcephala</i> .	— 0°,62 (SCHOPFER)	— 0°,60 (COLLIP)
<i>A. vitulorum</i> . . .	— 0°,60 (VIALLI)	— 0°,598 (COLLIP)
<i>A. ovis</i>	— 0°,69 (SCHOPFER)	— 0°,62 (COLLIP)
<i>A. lumbricoides</i> .	— 0°,78 (SCHOPFER)	— 0°,602 (COLLIP)

Il semble donc que, par l'intermédiaire du liquide intestinal de l'hôte, qui, par un processus d'isotonisation acquiert une concentration voisine de celle du milieu intérieur, le milieu intérieur du parasite acquiert cette même concentration.

Nous employons le terme « isotonisation » pour définir le phénomène qui se produit dans le tractus digestif de l'animal et qui consiste en une équilibration de la concentration du liquide intestinal avec le milieu intérieur de l'animal. Le total des substances liquides et solides ingérées par un animal doit produire une concentration totale qui peut être hypo- ou hypertonique par rapport à la concentration du milieu intérieur. L'équilibration mentionnée se fait

indépendamment des phénomènes d'absorption qui relèvent de la perméabilité sélective, et qui ne sont pas conditionnés par les lois de l'isotonie; on ne s'expliquerait pas, sans cela, pourquoi les liquides des divers chevaux auraient, au moment où ils sont recueillis, une concentration moléculaire très voisine et du même ordre de grandeur que celle du milieu intérieur. ACHARD et LE BLANC (1923) constatent expérimentalement que si l'on introduit dans l'intestin des solutions en hypotonie, il se produit une concentration (passage d'eau) « ce qui permet l'absorption ». Si l'on introduit des solutions hypertoniques à mesure que se fait l'absorption, la concentration baisse; les seuils d'absorption varient et dépendent de divers facteurs (substance utilisée, état de la membrane, animal, temps d'absorption) et ne peuvent être déterminés avec une grande précision; les auteurs constatent les seuils mais ne peuvent les expliquer !

Les faits que nous observons avec le cheval semblent, par une autre voie, amener à des conclusions analogues.

Cependant les faits constatés chez le porc paraissent différents puisque la concentration du liquide intestinal de cet animal est, d'après nos mesures, toujours très supérieure à celle de son milieu intérieur.

Nous insistons encore sur le fait que le terme « isotonisation » ne doit pas être pris dans un sens absolu; nous voulons dire par là: tendance au rétablissement de l'isotonie. La concentration moléculaire du liquide intestinal ne peut pas être considérée comme une constante; l'auteur doit pour chaque expérience la déterminer à nouveau.

Une question se pose: le milieu intérieur du parasite est-il indépendant du milieu extérieur, est-il osmotiquement fermé ou est-il soumis aux variations de ce dernier ? Il est vrai que l'on pourrait faire intervenir ici, d'autres considérations; ASKANAZY a montré que la muqueuse intestinale des *Ascarides* contenait du fer; il pense que ce fer proviendrait du sang de l'hôte aux dépens duquel le parasite pourrait occasionnellement se nourrir. Nous avons, nous-même observé, plusieurs fois, une couleur rosée du contenu intestinal d'*Ascaris megalocephala* (avec une réaction positive de l'hémoglobine); on pourrait donc admettre que l'équilibration de la concentration se fait aussi bien par la cuticule du ver que par la paroi de son intestin; dans les deux

cas on retrouverait, directement ou non, la concentration du milieu intérieur de l'hôte. Il est vrai que les extraits du ver en question ne sont pas hémolysants, ce qui semblerait indiquer que le sang n'est pas pour eux une nourriture normale.

La similitude de Δ entre le liquide du parasite et l'hôte ne peut s'expliquer que si l'on admet un milieu intérieur de parasite dépendant, dans une certaine mesure, du milieu extérieur et soumis aux variations de ce dernier. Si, au contraire, il y avait indépendance, seul un hasard pourrait justifier cette concordance de chiffres; il n'y aurait aucune nécessité à ce que le parasite à milieu indépendant choisisse un milieu externe de concentration analogue. Pour résoudre ce problème des expériences sont indispensables.

F. Expériences d'hypo- et d'hyponie. Comportement des animaux.

Nous avons, tout d'abord, employé l'eau distillée qui, par sa toxicité particulière est un mauvais liquide d'expérience; nous l'avons remplacée par de l'eau courante afin de ne pas altérer les membranes et de conserver à l'expérience toute sa valeur; quelques solutions de chlorure de sodium à un titre très faible, de même qu'un liquide de RINGER dilué ont été également utilisées.

1. — Six *Ascaris* provenant d'un même cheval sont placés dans une solution hypotonique à 37°. A intervalles réguliers, un animal est extrait et son liquide cryoscopé (voir figure 2).

TABLEAU N° 4.

Après	Δ du liquide coelomique
0 h. 0 m.	— 0°,645
1 h. 0 m.	— 0°,586
1 h. 30 m.	— 0°,576
4 h. 0 m.	— 0°,504
5 h. 0 m.	— 0°,480

Il y a donc pénétration d'eau qui dilue le liquide coelomique. Après 5 heures l'animal est turgescent, ses mouvements sont plus faibles.

Dans les expériences qui suivent, nous verrons cette turgescence

aller jusqu'à l'éclatement, lorsque la solution extérieure est très hypotonique

Le fait que ces animaux gonflent dans l'eau et que leurs viscères (appareil génital) saillent parfois, est connu depuis longtemps. LEUCKART en déduisait que l'eau pénétrait, ce qui est exact, mais, en même temps concluait à la nutrition cutanée de l'animal, interprétation hâtive et erronée; le passage de l'eau conditionnée par une différence de concentration moléculaire ne sous-entend

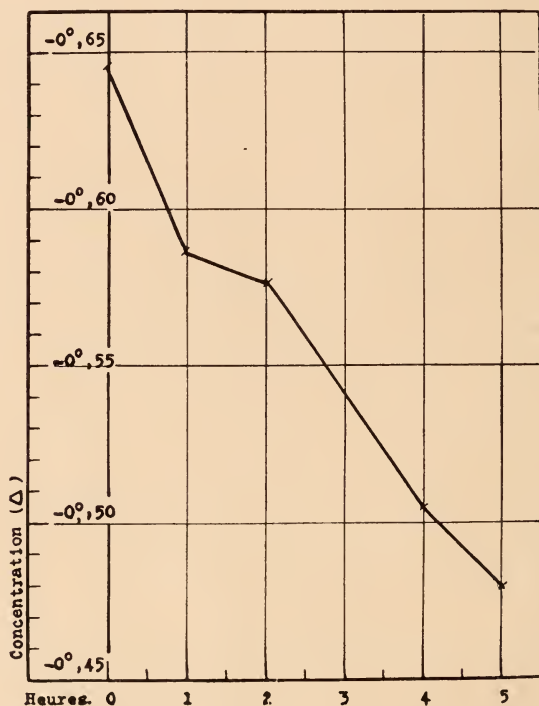


FIG. 2. — Dilution du milieu intérieur d'*Ascaris* en fonction de la durée de séjour dans une solution hypotonique.

nullement que les ions dissous passent également et qu'il y ait réellement une nutrition cutanée.

2. — Nous essayons, par une méthode gravimétrique de mesurer la pénétration de l'eau.

Quatre individus, placés dans une solution hypotonique à 37°, fournissent les augmentations de poids suivantes (les augmentations sont portées en % dans la figure 3);

TABLEAU N° 5.

Après	Poids absolu, en grammes	Augmentation en %
0 h. 0 m.	5,65	—
1 h. 45 m.	6,65	17,70
3 h. 45 m.	7,70 éclate	36,28

TABLEAU N° 6.

(Courbe I.)

Après	Poids absolu, en grammes	Augmentation en %
0 h. 0 m.	7,10	—
0 h. 30 m.	7,60	7,04
2 h. 30 m.	8,90	25,25
4 h. 0 m.	9,40	32,39
10 h. 0 m.	9,60	35,39
18 h. 0 m.	9,45	33,10
19 h. 0 m.	9,45	33,10

TABLEAU N° 7.

(Courbe III.)

Après	Poids absolu, en grammes	Augmentation en %
0 h. 0 m.	3,05	—
1 h. 30 m.	3,30	8,2
2 h. 45 m.	3,40	11,48
5 h. 30 m.	3,50	14,75
6 h. 0 m.	3,55	16,40
10 h. 0 m.	3,65	19,67
18 h. 0 m.	3,67	19,67

TABLEAU N° 8.

(Courbe II.)

Après	Poids absolu, en grammes	Augmentation en %
0 h. 0 m.	4,50	—
0 h. 30 m.	4,75	5,56
1 h. 30 m.	5,10	13,34
3 h. 0 m.	5,30	17,79
4 h. 0 m.	5,55	23,34
10 h. 0 m.	5,70	26,67
18 h. 0 m.	5,80	28,90

Ces expériences fournissent toujours les mêmes résultats: fort gonflement, augmentation régulière de poids, obtention d'une courbe d'endosmose caractéristique. On peut se demander si l'eau qui pénètre et qui justifie cette augmentation de poids dilue réellement le liquide coelomique ou si elle est simplement absorbée par le tissu musculaire situé sous la cuticule; l'abaissement du

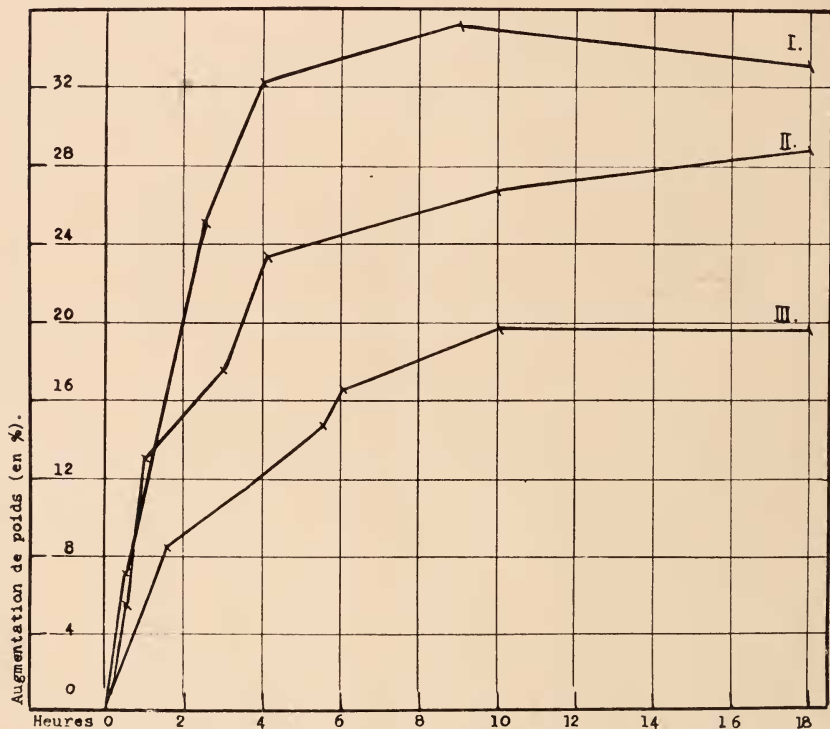


FIG. 3. — Comportement d'*Ascaris* dans une solution hypotonique.

point de congélation du liquide après séjour dans une solution hypotonique atteste bien que l'eau, en majeure partie, passe dans le liquide coelomique. D'ailleurs, on ne s'expliquerait pas, sans cela, l'éclatement de certains animaux.

Au cours de ces expériences, il arrive parfois que l'appareil génital fasse saillie par le pore génital: ces individus sont éliminés.

Il en est de même pour ceux dont l'intestin se vide quoiqu'ici la cause d'erreur qui s'exprime par une petite perturbation de la

courbe soit moins appréciable (voir plus loin l'explication de ce phénomène).

L'augmentation du poids nous prouve donc, que jusqu'à un certain point, *Ascaris* est susceptible d'une régulation osmotique.

Nous nous sommes demandé si la régulation se faisait au niveau de la cuticule ou si l'intestin (l'eau ayant pénétré par la bouche) et l'utérus (l'eau ayant pénétré par le pore génital) n'y participeraient pas. Les expériences suivantes répondent à la question.

3. — Le ver est placé dans une solution hypotonique; ses deux extrémités sont ligaturées par un fil de soie. Il y a tout de même augmentation de poids; la régulation par l'intestin est donc éliminée.

4. — Le ver est placé dans une solution hypotonique; les deux extrémités sont liées et le tiers supérieur de l'animal émerge; il y a augmentation de poids; la régulation par l'utérus (le pore génital étant émergé) est éliminée.

Nous pouvons affirmer que c'est surtout au niveau de la cuticule que s'effectue le passage de l'eau; il n'est, cependant, pas impossible que dans son état normal, les orifices naturels étant ouverts, une petite quantité d'eau diffuse au niveau de l'intestin.

Nous devons encore expliquer le phénomène curieux présenté par l'intestin, qui se vide indépendamment de l'excrétion intestinale normale de l'animal. Le fait que cette expulsion du contenu intestinal s'effectue après un temps d'expérience qui se trouve parfois être proportionnel à la concentration, nous donne une indication. Nous supposons que le phénomène est conditionné par les faits suivants: l'eau qui a pénétré dans la cavité coelomique augmente le volume du liquide qui exerce une pression sur la paroi interne de la cuticule et sur la paroi interne de l'intestin. Or, ce dernier, très délicat, ne résiste pas à la pression comme peut le faire la cuticule très résistante; peu à peu la lumière de l'intestin se rétrécit et à un moment donné, si l'intestin est plein, le contenu intestinal augmenté d'une certaine quantité d'eau ayant pénétré par la bouche, sera expulsé par l'anus. Théoriquement, plus la solution extérieure est hypertonique, plus l'endosmose est rapide, plus la quantité d'eau pénétrant sera grande et plus rapidement le contenu intestinal devra être expulsé. Nous avons donc cherché,

en faisant varier la concentration du milieu extérieur à modifier le temps après lequel se fait l'expulsion; mais nous nous heurtons à une double difficulté: nous ignorons et la quantité de liquide contenue au préalable par l'animal et la valeur du contenu intestinal. Ces deux facteurs peuvent, dans notre explication, intervenir pour ralentir ou accélérer la sortie du contenu intestinal. Nous ne pouvons donc nous attendre à obtenir toujours des manifestations conformes aux prévisions. Pourtant, deux cas sur cinq ont semblé confirmer notre supposition.

Contenu intestinal expulsé après:

1 h. 45 m. 4 h. 45 m. 5 h. 30 m. pas expulsé

Dans une solution de NaCl à:

eau courante 2 gr. ‰ 5 gr. ‰ 7 ½ gr. ‰

5. — Trois individus placés dans une solution hypertonique (NaCl à 16 et 25 gr. ‰) donnent les chiffres suivants (les diminutions de poids sont données par la figure 4):

TABLEAU N° 9.

Solution de NaCl. à 16 gr. 0/00 (courbe I)		
Après	Poids absolu, en grammes	Diminution de poids en %
0 h. 0 m.	4,75	—
1 h. 0 m.	4,50	— 5,20
3 h. 0 m.	4,25	— 10,53
5 h. 30 m.	4,20	— 11,58
10 h. 0 m.	4,20	— 11,58

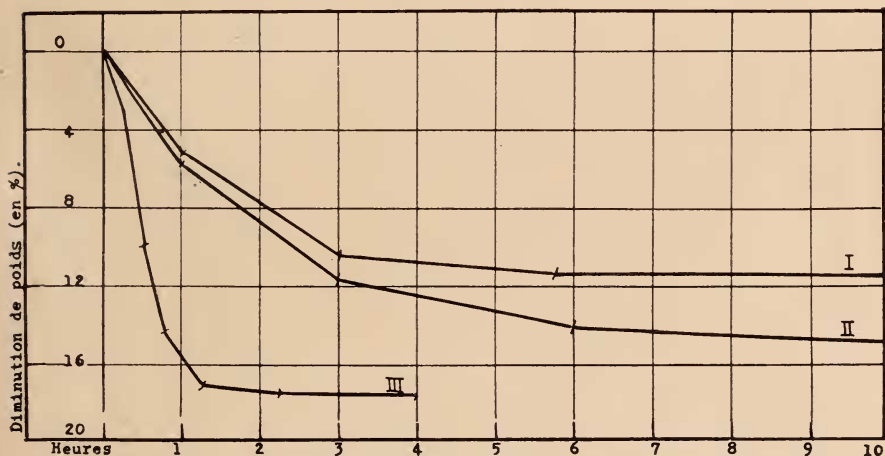
TABLEAU N° 10.

Solution de NaCl. à 25 gr. 0/00 (courbe II).		
Après	Poids absolu en grammes	Diminution de poids en %
0 h. 0 m.	6,75	—
1 h. 0 m.	6,35	— 5,93
4 h. 0 m.	6,95	— 11,85
6 h. 0 m.	5,80	— 14,57
10 h. 0 m.	5,75	— 14,81

TABLEAU N° 11.

Solution de NaCl. à 25 gr. 0/00 (courbe III).		
Après	Poids absolu en grammes	Diminution de poids en %
0 h. 0 m.	9,70	—
0 h. 15 m.	9,40	3,09
0 h. 30 m.	8,70	10,31
0 h. 40 m.	8,30	14,43
1 h. 15 m.	8,05	17,01
2 h. 15 m.	8,00	17,53
4 h. 0 m.	8,00	17,53

Cette série d'expériences d'hypertonie témoigne d'une perméabilité pour l'eau dans le sens intérieur-extérieur. Il semblerait donc que le parasite, dans son milieu normal comme dans les conditions

FIG. 4. — Comportement d'*Ascaris* dans une solution hypertonique.

d'expérience, répond à une dilution et une concentration du milieu extérieur par une augmentation ou une diminution correspondantes de poids. Il était intéressant de rechercher si à ce moment la solution d'expérience était isotonique avec le milieu intérieur ascaridien (valeur moyenne). Le Δ d'une solution de NaCl. à 10 gr. 0/00 est de $-0^{\circ},60$:

$$\begin{aligned}
 c &= 0,172 & K &= 1,87 \\
 \Delta &= 0,172 \cdot 1,85 \cdot 1,87 \\
 \Delta &= -0^{\circ},60
 \end{aligned}$$

La concentration de cette solution est de très peu inférieure à celle du liquide d'*Ascaris* (valeur moyenne). Dans cette solution, il y a eu stabilité de poids pendant une heure, puis une légère augmentation due à une faible endosmose et peut-être aussi à un léger gonflement des tissus. Dans une solution à 11 gr. ‰ la stabilité de poids a duré plus d'une heure. Il est impossible de s'attendre à une stabilité complète et durable car, même dans une solution isotonique, la membrane et les cellules musculaires, dans le gonflement desquelles interviennent d'autres lois et dont les phénomènes d'osmose peuvent être totalement indépendants des lois de l'isotonie, peuvent jouer un rôle dans l'augmentation de poids. Nous pouvons donc admettre que dans une solution de NaCl, à 10-11 gr. ‰ dont le Δ correspond de très près à celui du liquide ascaridien, l'augmentation de poids est nulle ou faible.

On aura déjà remarqué que les maxima, atteints par les différents individus, dans des liquides de même concentration, sont différents. Ce fait contraste avec la simplicité du phénomène de régulation osmotique étudié ici et qui semble conditionné par des lois physico-chimiques relativement simples. Si l'on se représente le phénomène sous forme d'un schéma physico-chimique, on pensera: à des milieux de concentrations égales doivent correspondre une augmentation de poids égale, une absorption d'eau semblable. Ce schéma ne correspondrait pas à la réalité et nous pensons qu'il faut faire intervenir deux facteurs secondaires et supplémentaires: la tension de la membrane et la quantité de liquide présente au début de l'expérience dans la cavité de l'animal. Si la quantité de liquide contenue dans le ver est faible (relativement cela va de soi, et par rapport à la grosseur de l'animal), la membrane extérieure du ver ne sera pas distendue, ou que très faiblement; avant que sa tension limite soit atteinte, arrêtant mécaniquement la pénétration de l'eau, il y aura place pour beaucoup de liquide et la proportion d'eau pouvant pénétrer sera relativement grande, d'où un maximum élevé de la courbe d'endosmose. Si, au contraire, la quantité de liquide coelomique présente au préalable, est forte, la membrane sera plus rapidement distendue et conditionnera plus tôt l'arrêt de la pénétration de l'eau donc l'arrêt de l'augmentation de poids. Ce ne serait en conséquence pas la perte de la semiperméabilité vitale qui conditionnerait l'arrêt du phénomène d'endosmose mais, au contraire, la tension élastique de la membrane limitante.

Cette notion de tension élastique fut introduite dans l'explication de l'endosmose par LAUGIER et BENARD (1911). Ces auteurs expliquent de la sorte l'arrêt de la courbe d'endosmose du muscle et apportent la démonstration expérimentale du fait. A cette notion de tension élastique de la membrane, nous joignons celle de « quantité du liquide coelomique préexistant ». Cette notion interviendra surtout dans le cas d'un Invertébré simple dont le milieu

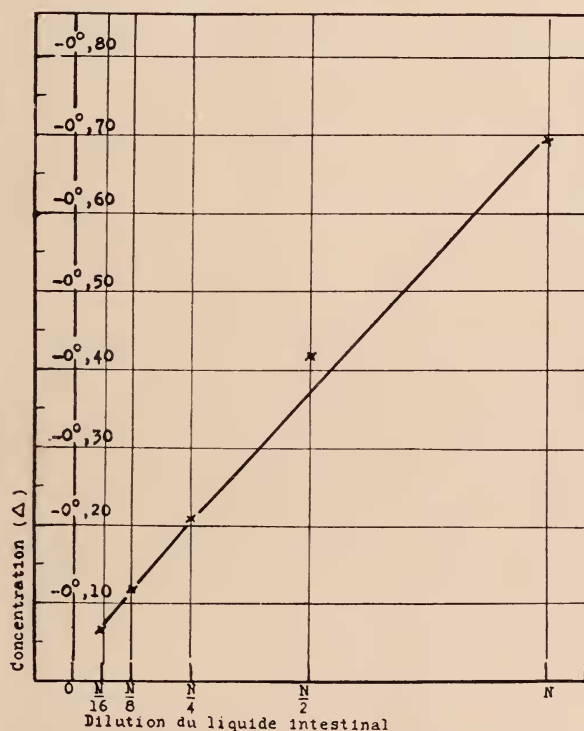


FIG. 5. — Concentration du liquide intestinal en fonction de sa dilution.

intérieur, remplissant le coelome, n'est séparé du milieu extérieur que par une membrane.

A ces facteurs mécaniques, dont l'influence est difficile à mesurer, s'ajoute un facteur biologique: les contractions musculaires de l'animal. Nous avons souvent observé qu'un ver placé à sec peut se contracter et devenir, sans être en contact avec aucune solution d'expérience, plus turgescant qu'il ne l'était quelques instants

auparavant. Il est fort possible que l'allure de la courbe soit modifiée par ce facteur dont l'influence quantitative est difficile à déterminer. L'excrétion intestinale peut aussi avoir une légère influence. On peut l'éviter pour la durée de l'expérience par une ligature de l'extrémité caudale; de toute façon la quantité de substance liquide excrétée n'est pas suffisante pour modifier beaucoup la courbe.

On pourrait aussi se demander si, la tension de la membrane extérieure devenant forte, de l'eau ne pourrait pas diffuser du coelome dans l'intestin et de là être éliminée par l'anus. Mais au moment où cette tension devient maximale, celle de l'intestin doit être forte; l'intestin est fortement comprimé et son lumen très réduit. D'autre part, si par la bouche, il passe dans l'intestin un peu du liquide extérieur, les phénomènes osmotiques qui se produiront au niveau de la membrane intestinale seront semblables à ceux qui se manifestent au niveau de la cuticule. Ce point de vue n'est donc pas à envisager ici.

Une critique peut être faite à toutes ces expériences; les solutions expérimentales n'ont, qualitativement, rien de commun avec le milieu normal de l'animal et c'est par une extension qui, à priori, ne se justifie pas complètement que les résultats théoriques obtenus *in vitro* avec nos solutions et avec des concentrations extrêmes, sont appliqués aux conditions physiologiques normales (liquide intestinal). Nous nous sommes toujours efforcé de travailler avec des animaux vivants; cependant il n'est pas certain qu'au contact de nos solutions les membranes n'aient pas été altérées et que dans un état de nécrobiose elles n'aient pas été le siège de phénomènes qui ne se produiraient pas dans les conditions physiologiques. Pour répondre à cette critique, nous avons répété nos expériences en utilisant le liquide intestinal du cheval, milieu normal du ver et *qui, dans les expériences, doit être l'équivalent de l'eau de mer pour les animaux marins*; de cette manière, nous serons assurés que d'un bout à l'autre de l'expérience les animaux seront réellement vivants et que les observations effectuées *in vitro* pourront sans autre et avec beaucoup de vraisemblance, s'appliquer *in vivo* (SCHOPFER, 1926a) !

Le liquide utilisé pour une expérience provient toujours d'un cheval parasité et tous les essais d'une série sont conduits avec le liquide intestinal et les parasites provenant d'un seul et même

cheval. Le liquide est dilué à la moitié, au quart, au huitième, au seizième: dans les tableaux, ils seront désignés par les signes: N, N/2, N/4, N/8, N/16. Leurs concentrations respectives sont les suivantes (voir figure 5, p. 87):

N	N/2	N/4	N/8	N/10
— 0°,695	— 0°,42	— 0°,21	— 0°,12	— 0°,07

6. — 5 *Ascaris* vivants, extraits depuis peu de l'intestin de leur hôte, ont leurs extrémités bucale et caudale ligaturées, ce qui limite à la cuticule la régulation osmotique et évite le vidage de l'intestin. Comme de coutume, température de 37° et obscurité: (Voir figure 6).

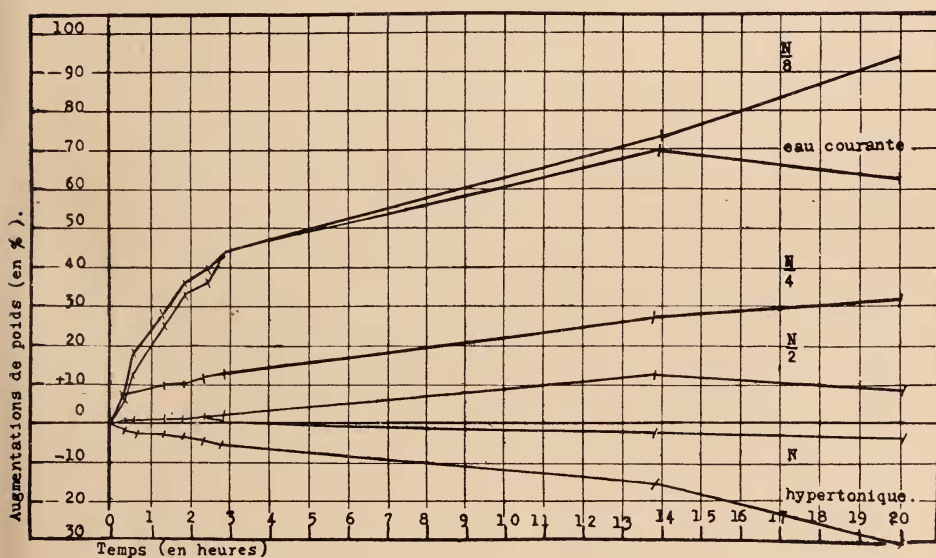


FIG. 6. — Comportement d'*Ascaris* dans les liquides intestinaux normaux, dilués et concentrés.

TABLEAU N° 12.
(Poids en grammes.)

	après 0 h. 0 m.	0 h. 15 m.	0 h. 30 m.	1 h. 0 m.	1 h. 30 m.	5 h. 15 m
N	12,55	12,45	12,25	12,20	12,05	12,00
N/2	12,45	12,55	12,65	12,70	12,70	12,90
N/4	10,35	10,85	11,15	11,45	11,75	12,00
N/8	8,35	8,90	9,15	9,25	9,40	10,40
N/16	11,65	11,95	12,00	12,15	12,40	14,50

TABLEAU N° 13.
(Augmentations ou diminutions en %.)

	0 h. 0 m.	0 h. 15 m.	0 h. 30 m.	1 h. 0 m.	1 h. 30 m.	5 h. 15 m.
N	—	— 0,79	— 2,27	— 2,76	— 3,96	— 4,34
N/2	—	+ 0,80	+ 1,60	+ 2,00	+ 2,00	+ 3,60
N/4	—	+ 4,75	+ 7,76	+ 10,76	+ 13,50	+ 17,90
N/8	—	+ 7,14	+ 9,52	+ 10,71	+ 12,50	+ 24,45
N/16	—	+ 2,50	+ 2,57	+ 5,25	+ 6,44	+ 24,45

Les expériences sont arrêtées avant que les maxima de poids et de tension élastique de la membrane soient atteints; les courbes qui se rapportent à ces expériences ne représentent donc que le début du phénomène. L'augmentation de poids, dans les liquides intestinaux dilués, est donc certaine; elle semble proportionnelle à l'hypotonie (pour la durée de nos expériences) (voir figure 7).

N	N/2	N/4	N/8	N/16
— 4,34%	+ 3,60%	+ 17,90%	+ 24,39%	+ 24,45%

Seule la courbe N/16 semble débiter d'une façon normale, il est cependant probable que si nous avons poursuivi les pesées jusqu'à l'établissement de la période de stabilité, cette anomalie aurait disparu et que la proportionnalité entre l'augmentation de poids et le degré d'hypotonie se serait accentuée encore; nous avons déjà fait remarquer que l'on ne pouvait s'attendre à obtenir que l'on puisse sérier exactement les courbes selon l'hypotonie du milieu (influence de la tension de la membrane et de la quantité de liquide préalable).

Les conditions de nos expériences ne sont pas encore exactement les conditions physiologiques puisque nous avons ligaturé les deux extrémités et éliminé le rôle possible de la surface intestinale; mais si la membrane intestinale intervient dans la régulation osmotique, les phénomènes seront tout au plus un peu accélérés, puisque la surface d'absorption est plus grande.

Plongé dans le milieu intestinal normal, le ver accuse une légère diminution de poids, indiquant que ce milieu serait légèrement hypertonique par rapport au liquide ascaridien. Cela peut être dû au fait que le liquide intestinal ne correspond pas exactement à la situation du ver dans l'intestin avant son extraction, ou peut-être qu'il s'est légèrement modifié depuis le prélèvement. Il se

pourrait également que le liquide cœlomique de l'animal fût un peu inférieur à $-0^{\circ},62$: le tableau 1 montre que le Δ peut parfois s'abaisser à $-0^{\circ},55$; or, en prenant la moyenne entre les concentrations des milieux N et N/2 nous obtenons un Δ des $-0^{\circ},55$; dans ce milieu la stabilité de poids devrait être la plus durable.

En résumé, les expériences effectuées dans des conditions se rapprochant de très près des conditions physiologiques de l'animal, confirment les résultats obtenus avec des solutions artificielles; *Ascaris mega-locephala* réagit par une augmentation ou une diminution de poids à une dilution ou une concentration du milieu extérieur. Les courbes obtenues sont des courbes d'endosmose caractéristiques et il apparaît que considérée du point de vue classique de l'osmose, la membrane extérieure est douée d'une certaine semiperméabilité. L'animal semble dans les conditions de nos expériences, réagir plus rapidement à l'hypotonie et résister plus longtemps à l'hypertonie.

Il ressort donc nettement que le Δ du milieu intérieur du parasite considéré n'est pas indépendant, mais

au contraire soumis aux variations de concentration du milieu extérieur et que, dans une certaine mesure, le premier est une résultante de la seconde.

Nous insistons sur le fait que cette étude de comportement osmotique a été accomplie indépendamment de toute question de perméabilité sélective et de passage d'ions dissous. Nos résultats n'ont rien à voir avec le phénomène de nutrition, l'absorption de substances dissoutes n'étant pas conditionnée directement par des différences de concentration moléculaire.

Un biologiste américain, J. F. MUELLER, de l'Université d'Illi-

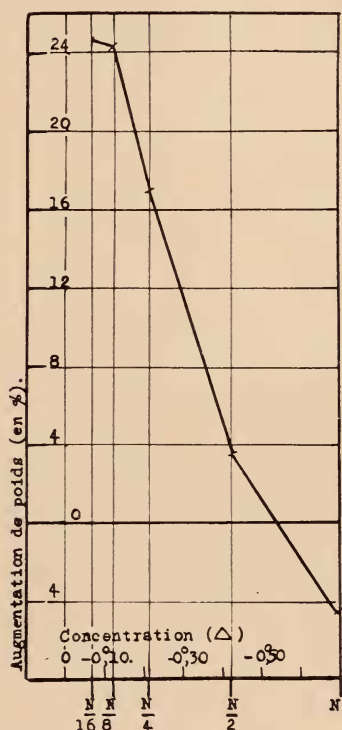


FIG. 7. — Augmentations et diminutions de poids à la fin de l'expérience (après 5 h. 15 m.).

nois, publie en 1929 une très intéressante étude sur l'anatomie microscopique d'*Ascaris lumbricoides* et *A. megalocephala* et sur leur physiologie. Il effectue des expériences de dialyse avec des *Ascaris* entiers, en s'efforçant de les maintenir en vie (Great care was taken to leave the body wall as uninjured and undevitalized as possible). Partant de nos expériences et des conclusions que nous en avons tirées, il s'efforce, par une autre voie, d'apporter une vérification supplémentaire de nos idées. Il place dans le tube une solution contenant des substances déterminées (sels, urée, glucose) et l'animal étant plongé dans une solution saline physiologique, recherche après quelques heures, les substances qui ont diffusé. L'urée (déterminée par la méthode au xanthidrol) passe, mais le glucose (réactif de BENEDICT, très sensible) ne passe pas. Il y a donc une perméabilité sélective. L'auteur conclut « Nevertheless, my results were so positive that I must regard the fact of semipermeability of the cuticula as conclusively established », ce qui confirme nos résultats.

Dans nos recherches il s'agissait uniquement du passage de l'eau, qui n'empêche pas le liquide coelomique de conserver ses caractères chimiques si particuliers et si différents de ceux du liquide intestinal; il est impossible de se baser sur le gonflement dans l'eau pour affirmer la possibilité d'une nutrition cutanée (LEUCKART). A priori, cette forme de nutrition n'est pas indispensable. Le fait que le glucose ne passe pas (MUELLER) en est déjà une preuve; d'autre part, ABDERHALDEN et HEISE (1909) ont montré la présence, dans l'intestin du parasite, d'un ferment peptolytique; la muqueuse intestinale d'*Ascaris* placée dans une solution de peptones riche en tyrosine, se couvre en peu d'heures, d'abondants cristaux de tyrosine. L'intestin semble donc devoir être fonctionnel: une nutrition active est possible et l'intervention de la membrane extérieure n'est pas une nécessité. Les preuves physico-chimiques que nous apportons sont donc en accord avec les quelques faits physiologiques signalés. La membrane extérieure est le siège d'une régulation osmotique; elle doit jouer un rôle dans l'excrétion mais ne semble pas jouer un rôle actif dans la nutrition.

Cette étude de la nutrition n'a, d'ailleurs, jamais été faite d'une façon systématique, malgré la simplicité des expériences; nous nous proposons de l'aborder dans des recherches ultérieures; pour l'instant, elle sort du cadre des présentes recherches.

§ 2. TRÉMATODES.

Un seul Trématode peut être utilisé pour ces recherches, c'est :

A. *Fasciola hepatica* Linné.¹a) *Du mouton.*

Cette espèce qui est bien connue au point de vue parasitologique et vétérinaire, vit dans les canaux biliaires du foie du mouton et du bœuf; nous l'avons trouvée une fois chez le cheval. La plus grande partie des individus qui ont servi à nos expériences proviennent du mouton. Aux Abattoirs de Genève, l'espèce est fréquente chez les moutons importés de France et surtout d'Italie, mais beaucoup plus rare chez les moutons indigènes. On a beaucoup discuté le mode de nutrition de *Fasciola hepatica*, aux dépens de la substance hépatique. La question ne semble pas tranchée; nous y reviendrons d'ailleurs plus loin. WEINLAND (1926), à qui l'on doit la belle découverte de la formation par un processus anaérobique d'acides gras inférieurs (surtout acide valériannique) aux dépens des hydrates de carbone chez *Ascaris*, consacre à *Fasciola hepatica* une intéressante étude; il conclut à l'existence chez cette dernière du même processus métabolique que chez *Ascaris*.

Chez cette espèce, la détermination de la concentration moléculaire ne peut se faire qu'avec un extrait de tissu effectué avec plusieurs individus. Pour un même essai nous n'employons naturellement que les parasites provenant d'un même foie.

1. — 0°,91	4. — 1°,30	7. — 0°,90
2. — 0°,91	5. — 1°,15	8. — 0°,97
3. — 1°,01	6. — 1°,18	9. — 0°,80

Moyenne: — 1°,05 env.

Le Δ de ces extraits est donc manifestement supérieur à celui du milieu (la bile) dont le Δ est relativement constant: de — 0°,55 à — 0°,60.

VIALI (1923a) donne pour *Fasciola hepatica* du mouton un Δ — 1°,09 (par la méthode de l'extrait); ce chiffre est voisin du nôtre.

b) *Du bœuf.*

Un seul cas nous donne, avec un grand nombre de douves, un Δ de — 0°,95, très voisin du précédent.

¹ SCHOPFER (1925 b).

VIALLI (1923a) donne pour *Fasciola hepatica* de la vache:
par la méthode de l'extrait, un Δ de $-0^{\circ},87$
par la méthode thermoélectrique, un Δ de $-0^{\circ},928$.

Il est intéressant de constater que les deux chiffres obtenus l'un avec un extrait global, par la cryoscopie directe, l'autre par une mesure thermoélectrique, sur un fragment de tissu, concordent assez bien.

La très forte différence qui se manifeste entre la concentration de l'extrait de parasite et la bile suscite plusieurs remarques. Diverses expériences tendent à montrer que la douve se nourrit aux dépens du foie; selon l'expérience classique de RAILLIET (1890), une matière colorante injectée dans les vaisseaux du foie parasité par des douves, se retrouve dans ces dernières, semblant indiquer qu'elles se nourrissent aux dépens de la substance hépatique; or le foie, comme tous les organes glandulaires, a une concentration moléculaire élevée. Pour des extraits, SABBATANI (1901 a et b) donne des chiffres qui, selon que l'animal est à jeun ou bien nourri, vont de $-0^{\circ},90$ à $-1^{\circ},20$. LAPICQUE admet que, « malgré toutes les incertitudes que nous avons sur la question, le Δ de la cellule hépatique est de $-0^{\circ},70$ à $-0^{\circ},80$ ». Il y a entre le Δ de l'extrait du foie et celui de l'extrait de parasite une similitude qui ne peut être due au seul hasard.

Les différences observées entre les différentes mesures doivent être provoquées par les différents états de nutrition du parasite; en disséquant un foie et en ouvrant les canaux, on remarque immédiatement que certains parasites ont une couleur gris rosé uniforme, tandis que d'autres ont leur intestin et ses ramifications, noirâtres; les premiers sont certainement des intestins vides tandis que les seconds sont pleins. Il est probable que la concentration moléculaire de l'extrait provenant des premiers parasites doit différer de celle des seconds; nous n'avons pas vérifié expérimentalement cette hypothèse.

WEINLAND divise les parasites qu'il trouve dans un foie en 4 groupes.

1. des individus à intestins vides provenant des canaux biliaires,
2. des individus à intestins pleins provenant des canaux biliaires,
3. des individus à intestins vides provenant du canal cholédoque, du canal cystique, du canal hépatique et de la vésicule biliaire,
4. des individus à intestins pleins provenant des mêmes lieux.

Ces 4 groupes participeraient à un même cycle; les individus du premier groupe sont à jeun et recherchent leur nourriture dans les canaux biliaires; ils participent alors au deuxième, puis, en arrivant dans les canaux cholédoque et cystique, au troisième; la digestion terminée, ils font alors partie du quatrième groupe (animaux à jeun) et en remontant les canaux biliaires constituent à nouveau le premier groupe. Cet arrangement est ingénieux, nous n'avons pas vérifié ces faits; nous les citons simplement pour montrer le grand intérêt qu'il y aurait à déterminer les concentrations moléculaires des extraits de ces diverses douves.

B. *Caractères physico-chimiques de la bile de foie parasité.*

Nous avons également examiné la question sous un autre angle. Il n'est pas prouvé que la bile, lorsqu'il s'y trouve un grand nombre de parasites, garde les mêmes propriétés physico-chimiques. Le fait que les canaux biliaires sont souvent lésés et que, d'autre part, les produits d'excrétion d'une cinquantaine de douves (chiffre souvent atteint pour un seul foie) ne doivent pas être négligeables, nous permet de supposer que la nature de la bile est effectivement modifiée. Nous avons soumis cette hypothèse à l'expérience. D'ailleurs, l'aspect général de la bile provenant de foie parasité, rouge brun, fétide, nous incite à y chercher des modifications que nous sommes certain de trouver.

Une première série de biles normales nous a donné les concentrations suivantes; — 0°,58; — 0°,55; — 0°,575; — 0°,585; — 0°,585; — 0°,595. Il y a donc une grande constance dans les Δ .

Des biles provenant de foies pour la plupart fortement parasités donnent les résultats suivants:

— 0°,58	} bile foncée, fétide
— 0°,795	
— 0°,940	
— 0°,620	
— 0°,810	bile rouge-noirâtre
— 0°,825	bile noirâtre
— 0°,660	bile rougeâtre

Cette forte variabilité de Δ d'un liquide qui comme la bile est régulièrement isotonique avec le sang, est un résultat de la présence des parasites; les produits d'excrétion du parasite doivent pour une bonne part, contribuer à l'augmentation du Δ . La couleur

des biles étudiées fait immédiatement penser à l'hémoglobine ou à un de ses produits de décomposition. Les réactions de l'hémoglobine donnent les résultats suivants :

TABLEAU N° 14.

Concentration	Couleur	Réaction de l'hémoglobine
— 0°,95	rouge-brun	P, M, F, positives
— 0°,83	id.	P, M, F, positives
— 0°,68	id.	M, positive
— 0°,79	id.	M, positive
— 1°,07	id.	P, M, F, positives

P = réaction au pyramidon.

M = réaction de MEIER à la phénolphtaléine.

F = réaction de FLEIG à la fluorescéine.

La présence d'hémoglobine s'explique aisément si l'on songe aux lésions des canaux biliaires. Nous parlons d'hémoglobine en nous référant aux réactions positives obtenues : il pourrait cependant s'agir d'un produit de décomposition de cette substance, ferrugineux, insuffisamment décomposé et capable de rendre encore positives les réactions de l'hémoglobine. Cette idée nous amène à envisager une deuxième hypothèse en ce qui concerne l'origine de cette dernière ; il se pourrait que nous ayons affaire à un produit d'excrétion du Trématode produit à partir de l'hémoglobine absorbée avec la substance hépatique et tel qu'il fournisse encore les réactions de ce pigment.

La présence d'hémoglobine dans le tube digestif a été plusieurs fois signalée : SOMMER (1880) en indique chez *Fasciola hepatica*.

L'augmentation parfois très élevée de Δ que nous observons pour la bile parasitée réduit passablement la différence, qui, à première vue, semblait exister entre l'extrait de parasite et son milieu.

En résumé, nous avons fixé la concentration de l'extrait de *Fasciola hepatica* à — 1,05 environ, nous avons expliqué les causes possibles de cette concentration élevée et montré que la bile de foie parasité a sa concentration modifiée. Au nombre des actions classiques du parasite sur l'hôte, généralement admises par les spécialistes, il faudra joindre les modifications physico-chimiques que nous signalons pour la bile.

§ 3. CESTODES.

Pour tout ce groupe de vers, seule la méthode de l'extrait est applicable. Les grosses espèces, comme *Moniezia* sont très favorables pour notre étude. Il ne s'agit plus avec ces animaux, d'une cavité contenant un liquide et limitée par une membrane mais de tissus; l'extrait préparé à partir de ce dernier comprend le produit de broyage des cellules ainsi que les liquides intercellulaires. Il est très probable que le contenu des cellules et les humeurs intercellulaires sont isotoniques ou tout au moins de concentration très voisine (SCHOPFER, 1925a).

A. *Moniezia expansa* Rudolphi.

Cette espèce est fréquente à Genève, surtout chez les moutons importés; on la trouve souvent chez de jeunes agneaux. L'extrait est préparé selon la méthode habituelle.

TABLEAU N° 15.

Extrait de cestode	Liquide intestinal
— 0°,53	— 0°,80
— 0°,70	— 0°,72
— 0°,52	— 0°,78
— 0°,84	— 0°,93
— 0°,67	— 0°,87
— 0°,72	— 0°,92
— 0°,65	— 0°,78
— 0°,70	— 0°,72
— 0°,67	— 0°,87
— 0°,665	— 0°,86
Moyenne: — 0°,669	— 0°,825
Var. moyenne: $\pm$ 0°,0598	$\pm$ 0°,065

Le Δ de l'extrait de parasite est donc voisin de celui du liquide intestinal mais toujours inférieur. La corrélation est de 0,43. Elle n'est que moyenne mais serait certainement plus forte si nous avions un plus grand nombre de mesures.

Le Δ ne semble pas varier beaucoup le long du ver:

Partie antérieure Δ : — 0°,65
 Partie postérieure Δ : — 0°,68

Dans un seul cas, en laissant reposer le cestode à sec, dans un cristalliseur, nous avons obtenu l'exsudation d'un liquide épais, jaune citrin dont le Δ est de $-0^{\circ},65$; le Δ de l'extrait de tissu correspondant est de $-0^{\circ},65$ également.

Les expériences d'hypotonie et d'hypertonie ne sont guère possibles étant donné la nature spéciale du tissu du ver, leur interprétation serait très délicate; il ne s'agirait pas de passage d'eau au travers d'une membrane mais d'une absorption de liquide par les tissus, compliquée par le fait que chez ces vers, la nutrition s'effectue par le moyen de la membrane extérieure. Nous avons renoncé à ces expériences, d'autant plus que le parasite étant de trop grande taille, il faudrait employer une petite fraction du long ruban qu'il constitue (parfois plus de 10 mètres); nous ne serions plus certains de sa vitalité (SCHOPFER, 1925 a).

B. *Anoplocephala perfoliata* Goeze.

Cette espèce que nous n'avons rencontrée qu'une fois dans l'intestin du cheval nous a fourni un extrait dont le Δ est de $-0^{\circ},69$; le liquide intestinal correspondant a un Δ de $-0^{\circ},74$.

Quelques *Ascaris megalocephala* se trouvant dans le même intestin donnent pour leur liquide coelomique un Δ de $-0^{\circ},63$.

C. *Tænia marginata* Batsch.

VIALLI (1923) étudie cette espèce qui lui est fournie par le chien. Sept mesures effectuées par la méthode thermo-électrique lui donnent une moyenne de $-0^{\circ},88$. Il a observé comme nous que le degré de maturité sexuelle des proglottis ne semble pas avoir d'influence sur le Δ .

D. *Bothriocephalus serratus*.¹

En utilisant la méthode cryoscopique ordinaire et en employant environ 10 cc. d'un extrait provenant de proglottis à divers degrés de maturité, VIALLI (1923a) donne un Δ de $-1^{\circ},09$.

Pour cette espèce, comme pour la précédente, nous ne savons rien sur la concentration du liquide intestinal des hôtes. Le chiffre obtenu avec *B. serratus* du chien est le plus élevé de ceux que nous ont donnés les Cestodes.

¹ VIALLI indique cette espèce sans nom d'auteur.

TABLEAU N° 16.

Tableau général concernant les Cestodes de Mammifères.

	Δ parasite		Δ hôte	
<i>Bothriocephalus</i>				
<i>serratus</i>	(chien)	— 1°,09	—	(VIALLI)
<i>Taenia marginata</i>	(chien)	— 0°,88	—	(VIALLI)
<i>Anoplocephala</i>				
<i>perfoliata</i>	(cheval)	— 0°,69	— 0°,77	(SCHOPFER)
<i>Moniezia expansa</i>	(mouton)	— 0°,67	— 0°,82	(SCHOPFER)

Pour les deux seuls cestodes à propos desquels nous avons des renseignements sur leur milieu extérieur, nous retrouvons une analogie entre les Δ de l'hôte et du parasite, ce dernier étant légèrement plus faible. De même, quoique d'une façon moins précise, nous notons une certaine similitude entre le Δ du parasite et celui du milieu intérieur de l'hôte :

<i>Moniezia</i> :	— 0°,67	Sérum de mouton:	— 0°,60
<i>Anoplocephala</i> :	— 0°,69	Sérum de cheval:	— 0°,56

Les parasites du chien semblent faire exception; BUGARSZKY et TANGL (1898) indiquent pour le sérum de chien des Δ qui vont de — 0°,550 à 0°,639. Nous n'avons pas pu vérifier les chiffres de VIALLI et nous ignorons les limites de variations des concentrations à propos desquelles il ne donne qu'un seul chiffre. Nous les citons sous réserve.

§ 4. REMARQUES GÉNÉRALES SUR LES PARASITES DE MAMMIFÈRES.

Tous les parasites de Mammifères que nous avons pu étudier ont un liquide ou un tissu dont le Δ est voisin de celui du milieu dans lequel ils vivent; *Ascaris megalocephala* dont nous avons pu étudier le comportement osmotique a un milieu intérieur dont la concentration moléculaire est, jusqu'à un certain point, dépendante de la concentration du milieu extérieur. La question théorique qui se pose maintenant est de savoir si le parasite doit être assimilé à un Invertébré marin ou d'eau douce.

Tous les Invertébrés marins qui ont pu être étudiés se sont avérés pœciloosmotiques, c'est-à-dire dépendants quant à leur

concentration moléculaire du milieu extérieur, subissant jusqu'à une certaine limite les modifications de ce milieu. Les Invertébrés d'eau douce, au contraire, présentent vis-à-vis du milieu de concentration presque nulle un Δ remarquablement constant; comme le dit, d'une manière quelque peu schématique, QUINTON (1912) « A l'état de nature, les Invertébrés d'eau douce maintiennent intérieurement, en face d'un milieu presque complètement dessalé, un milieu vital à taux salin élevé constant et spécifique » (p. 145). Depuis les travaux de FRÉDÉRICQ (1899), le cas d'*Astacus fluvialis* est devenu classique. VIALLI (1923 b-1926), pour citer quelques chiffres, a encore apporté des données qui confirment cette idée.

<i>Gammarus pulex</i>	— 1°,14	(— 0°,98 à — 1°,25)
<i>Asellus aquaticus</i>	— 0°,62	(— 0°,51 à — 0°,77)
<i>Armadillidium vulgare</i>	— 1°,31	(— 1°,19 à — 1°,51)
<i>Palaeomonetes varians</i>	— 0°,54	(— 0°,44 à — 0°,68)
<i>Potamon edule</i>	— 1°,17	(— 1°,02 à — 1°,44)

Daphnia magna à laquelle FRITSCHÉ (1917) a consacré une longue série de recherches, en utilisant la méthode cryoscopique de DRUCKER et SCHREINER, aurait un Δ de — 0°,20 à — 0°,67.

Seuls certains mollusques d'eau douce: *Anodonta anatina*, *Anodonta cygnea*, *Unio pictorum*, *Paludina vivipara*, auraient une concentration plus faible, mesurée à l'aide de diverses méthodes; malgré cela elle est tout de même beaucoup plus forte que celle du milieu ambiant, l'eau courante, dont le Δ dépasse rarement — 0°,02. (lac Léman). Cette distinction entre l'Invertébré marin et celui d'eau douce que QUINTON voulait absolue, qualitative, tend à perdre de sa rigueur. On sait aujourd'hui, par DUVAL (1927), qu'un Crustacé d'eau douce, la Telpouse (*Telphusa fluviatilis* Latr.) manifeste un comportement osmotique qui rappelle ceux des deux catégories d'Invertébrés; son sang a une concentration élevée ($\Delta = 1°,17$), beaucoup plus élevée que celle d'*Astacus fluviatilis*; elle conserve cette concentration moléculaire dans une eau douce dont le Δ est de — 0°,02; à ce point de vue, elle semble se comporter comme un Invertébré d'eau douce; mais, par contre, elle supporte bien un transport dans l'eau de mer et réagit en augmentant lentement sa concentration moléculaire, jusqu'à ce que son milieu intérieur devienne isotonique avec l'eau de mer; à ce moment, elle participe de la nature de l'Invertébré marin. Il faut cependant ajouter que ces échanges osmotiques

se font très lentement; l'équilibre osmotique n'est atteint qu'après 12 jours; pour le Crustacé marin, il l'est après un jour.

De qualitative qu'elle était auparavant, la distinction entre les deux groupes d'Invertébrés tend à devenir quantitative: pour certaines espèces, une question de temps interviendrait seule.

A la lumière de ces faits, même en considérant l'amendement dont il vient d'être question, il nous semble que le comportement d'*Ascaris megalocephala*, caractérisé par une équilibration constante avec un milieu qui lui-même varie, se rapprocherait plutôt de celui d'un Invertébré marin; nous nous croyons autorisé à établir, momentanément, pour cette seule espèce, cette analogie physico-chimique, en insistant sur le fait que le temps utilisé par *Ascaris* pour réagir à une modification de concentration moléculaire de son milieu extérieur est relativement court.

Pour les autres groupes de parasites, avec lesquels les expériences ont été impossibles, on ne peut tirer aucune conclusion ferme; a priori, pour les Cestodes, dont la nutrition cutanée ne fait pas de doute et qui doivent être en échanges constants avec leur milieu, l'existence du même comportement osmotique serait logique. Pour les Trématodes, l'écart plus grand qui apparaît entre le Δ du parasite et celui de son milieu, justifie difficilement la même interprétation.

CHAPITRE II

PARASITES DE POISSONS.

I. De poissons d'eau douce.

§ 1. CESTODES.

A. *Eubothrium crassum* Bloch.

Les parasites de poissons d'eau douce sont généralement trop petits pour que les individus provenant d'un seul hôte suffisent à la préparation de l'extrait. L'espèce mentionnée, parasite des appendices pyloriques de la truite, nous a semblé la plus apte à une mesure cryoscopique.

Un premier extrait provenant d'une vingtaine de parasites recueillis vivants dans une Truite nous donnent un Δ de $-1^{\circ},02$.

Un second extrait provenant de 25 individus fournis par une truite fario de 6 kilogs indique les Δ suivants:

— $0^{\circ},945$	— $0^{\circ},900$	Moyenne: — $0^{\circ},933$
— $0^{\circ},950$	— $0^{\circ},925$	
— $0^{\circ},975$	— $0^{\circ},900$	

Ces deux mesures effectuées sur un grand nombre de parasites provenant d'hôtes différents sont assez voisines pour que l'on puisse fixer le Δ de ce ver à -1° environ.

La teneur en chlorures des tissus de ce Cestode est très faible: 2,450 gr. de tissu frais contiennent 0,00232 gr. de chlorures exprimés en NaCl, soit 0,946 ‰. Ceux-ci ne prennent qu'une très faible part à l'établissement de la pression osmotique totale. (SCHOPFER, 1927 b).

Le milieu intérieur des Téléostéens d'eau douce congèle généralement aux environs de $-0^{\circ},50$.

II. De poissons marins pœiloosmotiques.

§ 1. CESTODES.

A. *Bothriocephalus* spec.

Les poissons marins présentent pour notre étude un très grand intérêt. On sait qu'ils sont, à très peu de choses près, isotoniques avec l'eau de mer; leur milieu intérieur, tout en étant plus pauvre en chlorure de sodium que l'eau marine maintient, grâce à l'urée, un Δ supérieur à -2 degrés; ces faits sont connus depuis BORTAZZI (1897), FRÉDÉRICQ (1901) et RODIER (1899-1900). DUVAL (1925), a donné des chiffres très précis et observe une concentration légèrement plus forte du milieu intérieur du Sélacien par rapport à l'eau de mer (de la Méditerranée ou de l'Atlantique); pour la Roussette, à Monaco, $-2^{\circ},16$ à $-2^{\circ},25$, contre $-2^{\circ},08$ à $-2^{\circ},15$ pour l'eau de mer; à Arcachon, $-1^{\circ},95$ pour la Roussette contre $-1^{\circ},89$ pour l'eau marine.

Nous nous sommes donc demandé si l'isotonie approximative observée avec les parasites de Mammifères se retrouverait avec les mêmes groupes de vers, mais placés cette fois, dans un milieu, qui, comme tout le laisse prévoir, a une concentration semblable ou supérieure à celle du sang.

L'eau de mer de Roscoff nous a donné un Δ de $-1^{\circ},99$ à -2° , supérieur de quelques centièmes de degré au chiffre que donne DUVAL; la teneur en sels de cette eau est de $36,40 \text{ ‰}$. On peut donc prévoir pour le sang de la Roussette pêchée à Roscoff un Δ voisin de $-2^{\circ},10$.

Le Bothriocéphale que nous étudions ici a été identifié d'après VON LINSTOW; nous n'avons pu en déterminer l'espèce; il se trouve dans la région de la valvule spiralée de la Roussette (*Scylliorhinus canicula*), en quantité suffisante pour permettre la préparation d'un extrait

$$\Delta = -2^{\circ} \text{ environ}$$

Le contenu intestinal rougeâtre qui se trouve dans la partie antérieure de l'intestin, au-dessus de la valvule spiralée nous a donné des Δ variant de $-2^{\circ},080$ à $-2^{\circ},65$.

Les chiffres indiqués pour le parasite et son milieu ne sont pas identiques mais relèvent du même ordre de grandeur (SCHOPFER, 1927 b).

§ 2. NÉMATHELMINTHES.

A. *Proleptus obtusus* Duj.¹

Dans la même région de l'intestin de *Scylliorhynchus* se trouvent souvent des Némathelminthes mêlés et entrelacés en forme de pelotte plus ou moins serrée; cette masse est très favorable à la préparation d'un extrait. Les vers sont sortis vivants de l'intestin, rincés très rapidement à l'eau courante puis séchés entre deux feuilles de papier filtre.

Roussette n° 1.

Quatre mesures donnent les Δ suivants:

— 2°,65; — 2°,90; — 2°,80; — 2°,65; Moyenne: — 2°,75

Le liquide intestinal de cette roussette, recueilli dans la partie antérieure de l'intestin, est épais, visqueux, semblable à du jaune d'œuf; son Δ atteint — 2°,40 environ.

Roussettes, n°s 2, 3 et 4.

Les vers de ces trois poissons sont mêlés en un seul extrait. Six mesures donnent les Δ suivants:

— 2°,40; — 2°,65; — 2°,30; — 2°,35; — 2°,33; — 2°,41.
Moyenne: — 2°,41 environ.

Roussettes, n°s 5 et 6.

Les vers de ces deux poissons, mêlés, donnent un extrait dont le Δ est de — 2°,50.

Les trois chiffres obtenus sont assez voisins: — 2°,75, — 2°,41, — 2°,50 et donnent une moyenne générale de — 2°,55.

Comme pour le Cestode, nous retrouvons ici une analogie assez étroite entre le parasite et son milieu dont les concentrations participent au même ordre de grandeur, celle du parasite étant légèrement inférieure (SCHOPFER, 1927 b).

Les résultats obtenus, si encourageants soient-ils, sont encore trop partiels pour permettre d'établir une règle générale du comportement osmotique des vers parasites. Il serait nécessaire d'avoir des séries entières résultant de l'étude d'un ordre ou d'une classe aussi complète que possible de parasites. Les difficultés techniques de tout ordre qui vont depuis la difficulté d'obtenir les parasites désirés jusqu'à celle d'obtenir une quantité suffisante d'extrait arrêteront longtemps encore le chercheur. Nous nous bornons ici à insister sur la similitude apparente des faits présentés par les parasites de Mammifères et ceux de poissons d'eau douce et marins.

¹ Déterminé par M. Robert Ph. DOLLFUS (de Paris), que nous remercions pour son obligeance.

TABLEAU N° 17. — Résultats généraux obtenus.

Parasite	Hôte	△ Parasite SCHÖPFER	△ Hôte	△ Parasite VIALLI	△ des milieux intérieurs des hôtes Extrait de foie	Sérum
<i>Fasciola hepatica</i>	mouton	—1° 01 (e)	—0° 70 (l)	—1° 09 (t)	—0° 40 à —1° 20 (o) SABBATANI	—0° 607 à —0° 633 (BUGARSZKY et TANGL)
»	vache	—0° 95 (e)	—0° 80 (l)	—0° 87 (t)	—	—
»	»	—	—	—0° 92 (t)	—0° 70 à —0° 80 LAPICQUE	—
<i>Bothrioccephalus serratus</i>	chien	—	—	—1° 09 (e)	—	—0° 550 à —0° 639 (BUGARSZKY et TANGL)
<i>Taenia marginata</i>	»	—	—	—	—	—
<i>Anoplocephala perfoliata</i>	cheval	—0° 69 (e)	—0° 74 (l)	—0° 88 (e)	—	—
<i>Moniezia expansa</i>	mouton	—0° 67 (e)	—0° 83 (l)	—	—	—
<i>Ascaris citulorum</i>	bœuf	—	—	—0° 60 (l)	—	—0° 598 (COLLIP)
<i>Ascaris megaloccephala</i>	cheval	—0° 62 (l)	—0° 75 (l)	—0° 60 (l)	—	—0° 60 (COLLIP)
<i>Ascaris ovis</i>	mouton	—0° 67 (e)	—0° 82 (l)	—	—	—0° 567 à —0° 665 (BUGARSZKY et TANGL)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	porc	—0° 78 (e)	—1° — (l)	—	—	—2° 10
<i>Bothrioccephalus spec.</i>	roussette	—2° — (e)	—2° 36 (l)	—	—	—0° 50
<i>Proleptus obtusus</i>	»	—2° 55 (e)	—2° 40 (l)	—	—	—
<i>Eubothrium crassum</i>	truite	—0° 93 (e)	—	—	—	—

l = cryoscopie d'un liquide
e = cryoscopie d'un extrait

t = méthode thermoelectrique
o = cryoscopie d'un fragment de tissu entier

CHAPITRE III

Essai sur le déterminisme du parasitisme. Application des données physico-chimiques à l'explication de la spécificité parasitaire.

Le problème de la spécificité parasitaire est un des plus ardu de la parasitologie; la difficulté réside dans le fait qu'elle est diverse et multiple; l'ensemble du problème est constitué par un grand nombre de faits particuliers; l'explication que l'on fournirait pour un parasite ne peut être appliquée à un autre. Cette spécificité, qu'il s'agisse de parasites sténoxènes ou euryxènes, est l'une des caractéristiques du parasitisme. Nous admettons avec CAULLERY « qu'elle n'est pas une propriété absolue, expression d'une harmonie préétablie entre parasites et hôtes, mais relative et contingente, qu'elle est le produit d'une évolution ». Malgré cela nous pouvons nous demander, pour chaque cas typique en particulier, les raisons qui motivent le choix de tel hôte par telle forme ou, si l'on veut, les raisons qui font qu'un individu tolère tel parasite que le hasard ou la préadaptation a placé en lui. Pour pouvoir répondre à cette question, il faudrait que la physiologie de chaque parasite en particulier, que sa physico-chimie ainsi que celle de son milieu extérieur soient connues dans le détail. Il faudrait surtout que la physiologie et la chimie de la nutrition soient mieux connues, puisque, dans beaucoup de cas, à l'origine du parasitisme, se trouve une question de nutrition, et que la vie parasitaire est la conséquence d'une spécificité alimentaire de plus en plus étroite. Il serait donc urgent que physiologistes et biologistes fissent, en liaison avec les parasitologues, des recherches approfondies dans ce domaine; la connaissance précise des conditions physico-chimiques du milieu et des caractères physico-chimiques des parasites serait d'une telle importance que mainte question s'y rattachant se trouverait résolue.

Les tropismes que BRUMPT (1921) invoque sont assurément une tentative intéressante d'explication (histotropisme, qui compren-

draît des tropismes plus spéciaux tels que le dermatropisme, le neurotropisme, le splanchnotropisme, l'hématotropisme); sous chacun des phénomènes invoqués par ces termes se trouve un chimiotropisme particulier, qu'il importe encore de définir afin d'en comprendre clairement le mécanisme.

ASKANAZY (1920) est, à notre connaissance, l'un des rares auteurs qui ait placé le problème sur un terrain nettement chimique. Dans un court travail dont le titre est à lui seul une explication (*Die Ansiedlungsstelle von Parasiten durch chemische Einflüsse bestimmt*), l'auteur considère surtout les raisons qui motivent le choix par un parasite d'un organe déterminé; il indique que le parasite et l'organe parasité ont une grande analogie de composition chimique et parle d'*homologie chimique* guidé par la même idée qui nous a fait établir des *homologies physico-chimiques*. Le choix d'un organe par un parasite serait déterminé par le besoin d'une ou plusieurs substances qui se retrouveraient précisément dans l'organe en question; selon l'auteur, *Actinomyces* contenant du fer, en trouve dans le foie; le bacille de la lèpre riche en graisse et en lipoides en trouve dans le tissu nerveux; parmi les parasites adultes, les Distomes p. ex. dont les tissus sont très riches en glycogène, « choisissent » le foie; ASKANAZY cite encore d'autres faits qui sont tous intéressants en eux-mêmes; ¹ une question se pose immédiatement: le parasite riche en glycogène acquiert-il cette substance après un séjour dans le foie vers lequel il serait poussé pour une tout autre raison, ou est-il « attiré » vers le foie par un besoin impérieux de glycogène? Il est difficile de répondre; le fait du métabolisme particulier de ces animaux auxquels le glycogène est nécessaire pour leur respiration semblerait parler en faveur de la seconde possibilité. De toute façon ASKANAZY envisage surtout une spécificité d'organe et non pas une spécificité d'hôte. Des recherches expérimentales effectuées à partir des faits et hypothèses de cet auteur donneraient certainement des résultats d'un haut intérêt.

On peut très bien envisager la spécificité parasitaire, d'une façon quelque peu schématique en disant qu'elle est fonction des divers facteurs physico-chimiques de l'hôte et du parasite, que sa réalisation

¹ Malgré la brièveté du travail, l'auteur a envisagé la question dans son ensemble; il a distingué entre une action attractive de certaines substances, qui n'aurait pas d'intérêt pour la nutrition, et l'élection d'un organe riche en substances indispensables pour la nutrition. Il envisage déjà la notion de tropisme.

dépend de ceux-ci. BRUMPT s'exprime à ce sujet en disant « que l'ensemble des tropismes et l'action plus ou moins grande des divers facteurs physico-chimiques sur les parasites et sur leurs hôtes définitifs et intermédiaires, déterminent leur distribution géographique et leur dissémination. »

Il faut, d'autre part, insister sur le fait que la spécificité parasitaire doit être basée à la fois sur le choix du parasite et sur la tolérance par l'hôte.

Dans le cas des parasites intestinaux que faut-il envisager comme facteurs physico-chimiques ? Nous comprenons sous ce terme, la composition chimique moyenne du milieu normal du parasite et toutes ses caractéristiques telles que : concentration moléculaire, concentration en ions hydrogène, viscosité, température.¹

En ce qui concerne la concentration moléculaire, une seule considération générale permet de mettre en doute son rôle comme facteur déterminant la spécificité parasitaire ; le processus d'isotonisation étant considéré comme un fait acquis, tous les Mammifères supérieurs dont le Δ du sang est du même ordre de grandeur doivent avoir un liquide intestinal dont le Δ tend vers le même ordre de grandeur également ; or, il en est parmi eux qui sont des hôtes spécifiques de parasites déterminés ! L'analyse des faits montre que cette déduction est exacte ; en effet, deux possibilités peuvent se présenter :

1. Ou bien les parasites que nous avons étudiés sont homéosmotiques ; leur concentration est stable, indépendante des variations du milieu extérieur. Dans ce cas, il n'y aurait aucune relation osmotique entre parasite et hôte ; ce serait par le seul fait du hasard qu'il y aurait analogie entre les Δ du parasite et de l'hôte et l'intervention de la concentration moléculaire comme facteur déterminant possible ne se justifie pas.

2. Ou bien les parasites étudiés sont pœciloosmotiques ; leur concentration dépend de celle du milieu extérieur et est soumise aux variations de ce dernier ; dans ce cas, l'intervention de la concentration moléculaire pourrait s'admettre. Or, nos observations montrent précisément que c'est le comportement pœciloosmotique qui semble le plus plausible, tout au moins pour les Némathelminthes

¹ Nous laissons de côté la question des anticorps de l'hôte et des antiferments du parasite.

et les Cestodes, de Mammifères et de poissons marins, la première possibilité est donc éliminée. Par contre, en adoptant le second point de vue, basé sur la similitude des concentrations moléculaires et sur le comportement pœciloosmotique probable des parasites, on se trouve dans l'impossibilité d'expliquer pourquoi, par exemple, *Anoplocephala perfoliata* se trouve chez quelques Equidés et pas chez le bœuf; pourquoi *Fasciola hepatica* ne se trouve que rarement chez le cheval dont la bile a un Δ voisin de celui de la bile de bœuf !

Remarquons encore que ce n'est pas seulement le déterminisme physico-chimique de la spécificité du parasite adulte qu'il faudrait expliquer, mais encore, dans beaucoup de cas, celui des formes larvaires ce qui, du point de vue technique, est pratiquement impossible.

Il apparaît donc nettement que la notion de concentration moléculaire ne peut apporter une explication même fragmentaire de la spécificité. *Nous ne pouvons, en conséquence, considérer ce caractère physico-chimique comme un déterminant de la spécificité parasitaire, mais, au contraire, comme un caractère résultant d'ordre général, témoignage de l'aptitude du parasite à accorder ce caractère à celui de son hôte, à s'adapter aux conditions imposées par le parasitisme* (SCHOPFER, 1927 a).

Par contre, il est un autre problème plus immédiat et d'ordre pratique à propos duquel on devra obligatoirement tenir compte des notions nouvelles que nous introduisons: c'est celui de l'établissement des milieux de culture pour grands parasites. Lorsqu'on parcourt les quelques travaux qui ont été publiés sur ce sujet on est frappé par l'empirisme qui a présidé à la préparation de ces milieux et qui explique bien des échecs. La première condition à réaliser pour obtenir un milieu de culture artificiel rationnel sera de lui attribuer une concentration moléculaire exactement semblable à celle du milieu normal du parasite.

On pourrait se demander également si la détermination des caractères physico-chimiques des parasites pourrait avoir quelque utilité pour la systématique. La question a déjà préoccupé quelques systématiciens; il ne semble pas que cette discipline puisse, pour les fins qui lui sont propres, utiliser les résultats de la physiologie générale. Même en admettant que des espèces voisines, difficiles à différencier se distinguent par quelque caractéristique physico-chimique, il serait difficile de s'en servir car nous ne pouvons les

établir que sur des moyennes; ces caractères sont, d'autre part, trop généraux; celui que nous considérons ici résulte précisément d'une adaptation du parasite au milieu, variable et changeant ce qui s'oppose *ex abrupto* à son utilisation en systématique. Tant que le caractère physico-chimique ne peut être d'une façon précise, mis en relation avec une particularité morphologique, tant qu'il ne s'exprime pas par une coloration particulière et stable, il ne peut avoir qu'un usage restreint en systématique. R. Ph. DOLLFUSS, qui s'est, à ce point de vue, intéressé à nos recherches, partage notre opinion lorsqu'il nous écrit (1934): « Je crains bien que les méthodes de caractérisation physico-chimique n'aient qu'une application restreinte en systématique; l'intérêt est ailleurs et d'un ordre plus élevé. »

CONCLUSIONS

1. Nous avons déterminé les concentrations moléculaires des liquides et extraits de tissus de divers parasites.

2. Nous avons, chaque fois que cela a été possible, mesuré la concentration des liquides de l'hôte hébergeant le parasite considéré et montré, tant pour les parasites de Mammifères que pour les parasites de poissons marins, que le Δ du parasite était du même ordre de grandeur que celui du liquide intestinal, ce dernier étant toujours un peu plus concentré. La différence de Δ est plus accentuée pour le parasite de poisson d'eau douce étudié; elle est également plus forte entre l'extrait de Trématode et la bile; dans ce dernier cas, cependant, il faut considérer non la concentration de la bile seule mais celle de l'extrait hépatique; la similitude de Δ apparaît alors plus nette.

3. Nous avons montré que la bile de foie d'ours est assez profondément modifiée et que sa concentration subit une augmentation notable, quoique irrégulière.

4. Nous avons analysé le comportement osmotique d'*Ascaris megalocephala*, tant dans les solutions expérimentales artificielles que dans le milieu normal (liquide intestinal) et expliqué les courbes d'endosmose en faisant intervenir les notions de tension élastique de la membrane et de quantité de liquide préalable.

6. Nous avons montré que le comportement osmotique d'*Ascaris* semble pœciloosmotique et tendrait à rapprocher ce dernier du groupe physiologique des Invertébrés marins.

7. Nous avons posé le problème du déterminisme physico-chimique de la spécificité parasitaire et montré que la concentration moléculaire ne peut intervenir comme facteur déterminant.

8. Nous avons considéré cette caractéristique comme un témoignage d'une homologie physico-chimique. La connaissance de cette dernière est indispensable pour comprendre la physiologie générale de ce parasite et pour établir un milieu de culture rationnel.

BIBLIOGRAPHIE

1909. ABDERHALDEN, E. et HEISE, R. *Ueber das Vorkommen peptolytischer Fermente bei Wirbellosen.* Zeitsch. f. Physiol. Chemie, Bd. 62. p. 136.
1923. ACHARD, Ch. et LE BLANC, A. *Concentration des solutions dans l'intestin. Les seuils d'absorption.* C. R. de la Soc. de Biol. Paris, T. 89, p. 302.
1920. ASKANAZY, M. *Die Ansiedlungsstelle von Parasiten durch chemische Einflüsse bestimmt.* Actes de la Soc. Helv. Sciences Nat. 101^{me} session, p. 238.
- 1897a. BOTTAZZI, F. *La pression osmotique du sang des animaux marins.* Arch. Ital. Biol., T. 28, p. 61.
- 1908b. — *Osmotischer Druck und elektrische Leitfähigkeit der einzelligen, pflanzlichen und tierischen Organismen.* Ergebnisse der Physiologie, Bd. 7, p. 161.
1927. BRUMPT, E. *Traité de Parasitologie*, 4^{me} édition, Paris, Masson.
1898. BUGARSZKY, St. und TANGL. *Physikalisch-chemische Untersuchungen über die molecularen Konzentrations-Verhältnisse des Blutserum.* Pflügers Archiv, Bd. 72, p. 531.
1922. CAULLERY, M. *Le Parasitisme et la Symbiose.* Paris, Doin.
1920. COLLIP, J.B. *Osmotic pression of the serum and erythrocyts in various Vertebrates.* Journal of biolog. Chem., T. 42, p. 207.
1925. DUVAL, M. *Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques.* Annales Inst. Océanogr., nouvelle série, T. 2, p. 233.
1925. — *Sur la pression osmotique du milieu intérieur des Sélaciens.* Annales de physiol. et de physico-chimie biol., T. 1.
1927. — *Recherches sur le milieu intérieur de Telphusa fluviatilis Latr.* Bull. de l'Institut. Océanogr., N° 490.
1928. — et COURTOIS, A. *Recherches sur le milieu intérieur de l'Ascaris du Cheval.* C. R. de la Soc. de Biol. Paris, T. 99, p. 1952.
1912. FLURY, F. *Zur Chemie und Toxicologie der Ascariden.* Arch. exp. Pathol. u. Pharmak. Bd. 67. p. 275. Cf. aussi Münchn. Med. Wochensch. 1912, Bd. 59., p. 564.

- 1904-05. FRÉDÉRICQ, L. *Note sur la concentration moléculaire des tissus solides de quelques animaux d'eau douce.* Arch. Intern. Physiol., T. 2, p. 127.
1901. — *Sur la concentration moléculaire du sang et des tissus chez les animaux aquatiques.* Bull. Acad. roy. Belgique, classe des Sciences, N° 8, p. 428.
1904. — *Cryoscopie des solides de l'organisme.* Arch. de Biol., T. 20., p. 738.
1899. — *Note sur le sang de l'Ecrevisse.* Livre Jubilaire dédié à Van Bambeke. Bruxelles, Lamertin.
1917. FRITSCHÉ, H. *Studie über die Schwankungen des osmotischen Druckes der Körperflüssigkeiten bei Daphnia magna.* Int. Rev. der gesam. Hydrobiologie und Hydrologie, Bd. 8, S. 22 und 123.
1902. HAMBURGER, H. J. *Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medizinischen Wissenschaften.* Wiesbaden, Bergmann.
1911. LAUGIER, H. et BENARD, H. *Contribution à l'étude des propriétés osmotiques des muscles.* Journ. Physiol. et Pathol. gén., T. 13, p. 497.
1865. MARCET, W. *Chemical examination of the fluid from the peritoneal cavity of the Nematoda Entozoa.* Proc. Roy. Soc., T. 14, p. 69. Cf. aussi: Arch. Sc. Phys. et Nat. nouv. période, 1865, T. 22, p. 356.
1929. MUELLER, J.F. *Studies on the microscopical anatomy and physiology of Ascaris lumbricoides and Ascaris megalcephala.* Zeitsch. f. Zellforschung und mikros. Anat., Bd., 8, p. 361.
1912. NEVEU-LEMAIRE, M. *Parasitologie des animaux domestiques.* Paris.
1912. QUINTON, R. *L'eau de mer milieu organique.* Paris, Masson.
1890. RAILLIET, A. *Une expérience propre à établir le mode d'alimentation du Distome hépatique (Fasciola hepatica).* Bull. Soc. zool. de France, T. 15, p. 88.
1899. RODIER, E. *Observations sur l'eau de mer, le sang et les liquides interne, des animaux marins.* Travaux de la Stat. zoolog. Arcachon, p. 103.
1900. — *Sur la pression osmotique du sang et des liquides internes chez les poissons Sélaciens.* C. R. Acad. des Sciences, T. 131, p. 1008.
1906. SABBATANI, L. *Sulla pressione osmotica degli organi. Di un nuovo metodo sperimentale.* Arch. di Fisiologia, Vol. 4, p. 6.
- 1901a. — *Sur la pression osmotique des organes.* Arch. italiennes de Biologie, T. 36, p. 440.
- 1901b. — *Détermination du point de congélation des organes animaux.* Journ. de Physiol. et de Pathol. gén., T. 3, p. 333.

1924. SCHOPFER W.H. *Etude expérimentale de la perméabilité et du phénomène d'osmose chez les parasites intestinaux*. Actes de la Soc. helv. Sc. nat., 105^{me} session, p. 188.
- 1925a. — *Recherches sur la concentration moléculaire des suc de parasites (Cestodes)*. C. R. de la Soc. de Phys. Hist. nat., T. 42, p. 81.
- 1925b. — *Recherches sur la concentration moléculaire des suc de parasites (Trématodes)*. Actes de la Soc. helv. Sc. nat., 106^{me} session, p. 158.
- 1926a. — *Recherches physico-chimiques sur les liquides de parasites. Ascaris. II*. Parasitology, T. 18, p. 277.
- 1926b. — *Sur le comportement de l'Ascaris dans les liquides intestinaux hypotoniques*. C. R. Soc. Phys. et Hist. nat., T. 43, p. 101.
- 1927a. — *Résultats généraux sur la concentration moléculaire des liquides de parasites*. C. R. de la Soc. de Phys. Hist. nat., T. 44, p. 4.
- 1927b. — *Recherches physico-chimiques sur quelques parasites de poissons marins et d'eau douce*. C. R. de la Soc. Phys. Hist. Nat., T. 44, p. 135.
1880. SOMMER, F. *Zur Anatomie des Leberegels, Distomum hepaticum*. Zeitsch. f. wiss. Zool., Bd. 34, p. 539.
- 1923a. VIALLI, M. *Ricerche sulla pressione osmotica, II. Il Δ nei vermi*. Rendiconti Reale Istit. Lombardo di Scienze e Lettere, Vol. 56, p. 935.
- 1923b. — *Ricerche sulla pressione osmotica. I. Il Δ nei crostacei, terrestri et d'acqua dolce*. Rendiconti Reale Istit. Lombardo di Scienze et Lettere, Vol. 56, p. 850.
1926. — *La pressione osmotica negli invertebrati*. Arch. di Fisiologia, Vol. 23, p. 557.
1926. WEINLAND, E. und v. BRAND, Th. *Beobachtungen an Fasciola hepatica (Stoffwechsel und Lebensweise)*. Zeitsch. f. vergleich. Physiol., Bd. 4, p. 212.
-

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE DU LIQUIDE DE CYSTICERCUS TENUICOLLIS.

GÉNÉRALITÉS

Cysticercus tenuicollis est la forme larvaire de *Tænia hydatigena* (Pallas), parasite du chien. Ce cysticerque se trouve en abondance chez le mouton, dans sa cavité abdominale, où il est adhérent au mésentère et à l'épiploon; il se présente sous forme de vésicules de dimensions variables, contenant généralement de 5 à 25 cc. de liquide. Dans un cas exceptionnel, nous avons obtenu d'un seul individu 250 cc. de liquide.

La vésiculè est constituée par deux membranes indépendantes, l'une externe de nature conjonctive et constituant un produit de réaction de l'hôte; elle est assez résistante; l'autre interne, est constituée par le parasite lui-même, elle est très délicate et renferme le liquide; elle se termine par le scolex.

Lorsque ces vésicules sont placées dans l'eau à 37°, la membrane interne vésiculaire se contracte régulièrement; ces espèces de pulsations s'accélèrent avec une élévation de température; au-dessus de 40° à 42°, elles cessent, l'animal meurt; de même elles ne débütent que vers 32° à 34°. Il est certain que ces contractions se produisent également *in vivo*, dans l'animal hôte. Il est donc aisé de reconnaître si le parasite est vivant ou non.

Comme nous le montrerons, les cysticerques dont le liquide interne est trouble, albumineux, souvent rougeâtre, sont immanquablement des individus morts.

Entre les deux membranes se trouve, très fréquemment, en quantité variable (d'une goutte à plusieurs centimètres cubes) un liquide épais, très visqueux, rougeâtre et de composition diffé-

rente du liquide interne dont il n'est pourtant séparé que par une mince membrane.

Lorsque le cysticerque ne parvient pas dans son hôte définitif, après un laps de temps indéterminé, il dégénère; il se présente alors sous forme de vessies turgescents; la membrane externe est fortement épaissie (elle atteint parfois plus de 5^{mm}); la composition du liquide, les rapports entre les principaux constituants sont très modifiés; le liquide interne s'épaissit, puis se résorbe et l'on peut trouver des corps aplatis, en forme de galettes, à parois fortement calcifiées, contenant parfois des grumeaux dispersés dans une masse épaisse et très pauvre en eau. Ces formes constituent le dernier stade de dégénérescence que nous avons rarement observé; le mécanisme de cette dégénérescence sera étudié plus loin.

Le liquide de cysticerque n'a jamais été l'objet d'une étude systématique; on ne peut qu'établir des comparaisons avec le liquide d'échinocoque au sujet duquel ont paru de très nombreux travaux médicaux; l'intérêt physico-chimique et biochimique de ces derniers est le plus souvent fort restreint; de la masse de chiffres publiés, bien peu sont utilisables; nous ne les emploierons comme termes de comparaison que lorsqu'ils présenteront un intérêt pour nos recherches. Il manque surtout un travail d'ensemble.

Le traité des Entozoaires de DAVAINÉ (1859) donne un historique de la question de l'échinocoque depuis REDÌ jusqu'en 1860; de même, le volume IV, I Bd. du Thier-Reich de BRONN (p. 1544) relate un certain nombre de travaux dans lesquels on trouve des renseignements relatifs à la composition chimique du liquide de kyste hydatique. Nous y renvoyons le lecteur et nous nous bornons à citer les principaux travaux afin de donner une idée générale du sujet.

REDÌ (1684) semble avoir connu le cysticerque du lapin (*Cysticercus pisiformis*); il indique un mouvement spontané chez ces organismes et observe avec beaucoup de justesse que le liquide ne coagule pas par la chaleur.

HARTMANN reconnaît l'animalité de ces vésicules et donne des mouvements du cysticerque plongé dans l'eau tiède une description frappante de vérité, dans laquelle il compare le mouvement de la membrane à la systole et à la diastole du cœur.

Au cours du siècle passé, différents auteurs ont donné des renseignements partiels sur la nature du liquide d'échinocoque. LEUCKART (1848) indique pour *Cysticercus tenuicollis* 96,66% d'eau, 0,28% d'albumine, 0,03% de graisse, 3,08% de substances extractives. VON RECKLINGHAUSEN (1858) mesure dans le liquide d'échinocoque 20,02‰ d'extrait sec; MUNK (1875) dont le travail est, parmi les anciens, l'un des plus intéressants, y détermine 9,68‰ de cendres, 6,06‰ de substances organiques, la teneur en sucre (fermentescible!) serait de 0,77‰; il y mentionne; aussi de l'urée (détectée par formation de nitrate d'urée) et de la créatine. HEINTZ (1850) y signale de l'acide succinique. VON SIEBOLD le définit en disant que c'est une sécrétion produite par une larve de *Tænia* qui a subi une dégénérescence hydropique. Ce n'est que tard que l'idée du dialysat ou du transsudat se fait jour, insuffisamment étayée par les faits.

Diverses substances, telles que cholestérine, hématoïdine, cristaux d'acide urique y sont signalés; on a souvent de la peine à reconnaître s'il s'agit de constituants normaux du liquide ou de corps dont la présence résulterait de la dégénérescence du parasite et de sa mort.

SCHILLING (1904), sur la seule considération de la concentration moléculaire du liquide et en se basant sur un nombre insuffisant de déterminations en chlorures, le considère comme un dialysat. Il lui attribue, en outre, 0,50‰ de sucre et 1% d'albumine (pesée).

Aujourd'hui, les traités de parasitologie (cf. BRUMPT) définissent le liquide d'échinocoque en disant que c'est un liquide clair comme l'eau de roche, de densité de 1,007 à 1,015 Δ : —0°,53 à —0°,70 (SURMONT ET DEHON (1902)), DÉVÉ (1905). Il contient des traces d'albumine mais n'est pas coagulable par la chaleur ou par les acides. On y signale une petite quantité d'une substance voisine de la caséine; on y trouve du chlorure de sodium, du phosphate et du sulfate de sodium, des succinates de sodium et de calcium, parfois un peu de sucre et même de l'inosite. Ce liquide est stérile; la cuticule ne laisserait pas passer les éléments figurés; enfin il contient des substances toxiques encore mal connues.

La membrane cuticulaire de l'échinocoque est connue également; selon LÜCKE (1860), elle serait composée d'une substance voisine de la chitine. Dans la membrane interne, le glycogène est abondant (BRAULT et LÆPPER, 1904). On sait que ce corps joue un rôle important dans le métabolisme des Cestodes et Nématelminthes.

Tout récemment, FLÖSSNER (1923-24-25) laissant de côté les corps connus, retrouve dans le liquide normal, du glycogène, de la bétaine, de l'acide lactique, des corps alloxuriques, des acides organiques, tels que l'acide valérianique, propionique. *Il ne trouve pas d'albumine*; ce fait fut d'ailleurs contesté (VAN DER HEDEN, 1925).

La presque totalité des indications citées ont trait au liquide d'échinocoque et il est bien difficile de se faire une idée exacte de la proportion moyenne de chaque constituant; beaucoup de déterminations semblent suspectes et ne pas se rapporter à des liquides normaux; le simple fait d'une variation de la concentration moléculaire aussi forte que celle que nous relatons est sujet à caution.

Quelques expériences de perméabilité ont également été effectuées, le plus souvent à l'aide de substances non biologiques et même toxiques. La plupart ont peu de valeur; nous les étudierons dans le chapitre consacré à la perméabilité.

Nous cherchons à connaître:

1. — Quelles sont les constantes physico-chimiques normales du liquide de *Cysticercus tenuicollis*.

2. — Quelle est sa composition moyenne.

3. — Quelle est sa nature; s'agit-il d'un dialysat pur et simple? De quelle manière se répartissent les divers éléments minéraux et organiques des deux côtés des deux membranes; de quelle nature est l'équilibre qui s'établit avec le sang.

4. — Comment se comporte *in vitro*, le cysticerque quant à la perméabilité des ses membranes.

5. — S'il existe un rapport entre le liquide de cysticerque et les autres humeurs dialysées ou transsudées de l'organisme (humeur aqueuse, liquide céphalo-rachidien, liquide péricardique).

Il existe des travaux très complets sur les divers dialysats et transsudats de l'organisme; la composition chimique du sang de mouton est également assez bien connue. Il nous sera donc possible d'établir des comparaisons intéressantes.

MÉTHODES ET TECHNIQUES

Déterminations physico-chimiques.

DENSITÉ.

La mesure est effectuée au picnomètre.

CONCENTRATION MOLÉCULAIRE.

Déterminée à l'aide du cryoscope décrit dans la première partie.

TENSION SUPERFICIELLE.

Cette caractéristique est déterminée comparativement avec l'eau en utilisant la méthode d'ascension en tube capillaire (cf. MICHÆLIS, Techniques physico-chimiques, Trad. franç. 1923, p. 88). Les chiffres indiqués sont à considérer comparativement à l'eau (à 18°C.).

CONCENTRATION EN IONS HYDROGÈNE.

Déterminée colorimétriquement, à l'aide d'indicateurs pour lesquels l'erreur d'albumine est négligeable.

INDICE DE RÉFRACTION.

Les mesures sont effectuées à 17°,5 C, à l'aide du réfractomètre à immersion de PULFRICH; cette détermination donne des renseignements intéressants sur la teneur du liquide en matières protéiques.

Déterminations chimiques

Déterminations générales.

EXTRAIT SEC.

Mesuré sur 20 cc. de liquide, après évaporation de l'eau à 100°.

CENDRES.

Déterminées sur 10 cc. de liquide après calcination.

MATIÈRES ORGANIQUES.

Déterminées par différence (Extrait sec — cendres).

TENEUR EN EAU.

Mesurée par différence (Poids total — extrait sec).

TENEUR EN AZOTE TOTAL.

Déterminée par la méthode de KJELDHJAL. Le sulfate d'ammoniaque formé est soit titré volumétriquement par la méthode au formol soit gazométriquement par l'hypobromite de sodium.

Les différentes formes d'azote, azote non protéique, azote libérable par l'hypobromite, azote uréique, sont dosés sur le liquide entier. Les détails seront donnés en lieu et place.

Matières organiques (Détails).

MATIÈRES PROTÉIQUES.

Elles sont déterminées par défécation à l'aide de l'acide trichloracétique, à chaud. MESTREZAT (1911) fait avec cette méthode un dosage par diaphanométrie; le liquide céphalo-rachidien, très pauvre en protéiques, se prête bien à cet examen, l'addition de l'acide ne produit qu'un flou léger; pour le liquide de cysticerque, beaucoup plus riche en protéiques, nous avons préféré pratiquer une pesée; la précipitation s'effectue dans un tube à centrifuger, taré; le culot obtenu, après centrifugation et précipitation, est lavé plusieurs fois; pesée.

a) *Globulines.*

Le sulfate de magnésium à saturation, ou le sulfate d'ammonium à demi-saturation les précipite.

b) *Sérines.*

Elles ne sont pas précipitées par le sulfate de magnésium à froid, mais par acidulation et chauffage (Cf. MESTREZAT, 1911, p. 15-16). Nous n'avons pas effectué de dosage de ces deux dernières substances.

c) *Albumoses et peptones.*

Ces produits de dégradation des protéiques sont décelés après précipitation de ces dernières par l'acide trichloracétique à chaud; le filtrat donne la réaction du biuret si les albumoses et les peptones sont présentes. On peut, si la réaction est positive après action de l'acide trichloracétique, ce qui indique la présence d'albumose, précipiter sur une fraction du liquide déféqué, les albumoses à l'aide de sulfate d'ammonium à saturation; si le filtrat donne encore la réaction du biuret, la présence de peptones est certaine.

d) *Fibrinogène.*

Sa présence est décelée au liquide de cysticerque par quelques gouttes de sérum de mouton qui apporte en suffisance du fibrin-ferment et provoque la coagulation du fibrinogène.

Nous avons essayé avec succès d'ajouter non pas du sérum de mouton, mais du liquide externe de cysticerque, riche en protéiques.

URÉE.

Elle est recherchée par la méthode classique à l'hypobromite; les résultats sont trop forts puisque l'hypobromite décompose non seulement l'urée, mais encore d'autres matières azotées. La méthode au xanthidrol (précipitation de xantilurée qui est pesée) est plus précise. La différence entre les résultats obtenus par les deux méthodes indique assez exactement la valeur de l'azote résiduel.

ACIDE URIQUE.

Recherché par la méthode de FOLIN et DENIS, modifiée par GRIGAUT. Le liquide est déféqué par l'acide trichloracétique;

la réduction de l'acide phosphotungstique en milieu alcalin (apparition d'une teinte bleue plus ou moins intense) permet de doser colorimétriquement l'acide urique, en présence d'un étalon traité de la même façon.

CRÉATININE.

Déterminée qualitativement par la méthode de FOLIN-JAFFE; production d'une réaction colorée avec l'acide picrique en présence de soude.

CHOLESTÉRINE.

Recherchée par la méthode de GRIGAUT; saponification des matières grasses par la potasse alcoolique, extraction de la cholestérine totale par l'éther; réaction de LIEBERMANN, en solution chloroformique (anhydride acétique et acide sulfurique); dosage colorimétrique par comparaison de la teinte verte obtenue avec un étalon.

SUCRE

Cette substance a retenu toute notre attention, car sa présence n'a pas été signalée d'une façon constante dans le liquide d'échino-coque; les données des différents auteurs varient beaucoup. Les premiers titrages ont été effectués par la méthode habituelle de FEHLING, sur le liquide déféqué. Quelques essais ont été faits par la méthode de BERTRAND; précipitation de l'oxydure qui transforme le sulfate ferrique en ferreux; titrage de ce dernier avec du permanganate de potassium titré.

Dans d'autres essais, nous avons utilisé la méthode de BÉNÉDICT-MESTREZAT: réduction de l'acide picrique et détermination colorimétrique à l'aide d'un étalon. Enfin quelques essais comparatifs ont été pratiqués avec la méthode de FOLIN et WU selon la technique de GUILLAUMIN, défécation du liquide par le tungstate de soude, neutralisation de ce dernier par l'acide sulfurique; adjonction de la liqueur cuproalcaline; l'oxydure formé réduit l'acide phosphomolybdique qui a été ajouté; la teinte bleue apparue sert au dosage colorimétrique, à l'aide d'un étalon qui a été traité de la même manière.

Matières minérales.

CHLORURES.

Détermination volumétrique par la méthode de LAUDAT, déjà décrite dans la première partie; quoique la teneur en matières protéiques ne soit pas extrêmement élevée, nous avons abandonné la méthode plus simple de MOHR (titration par le nitrate d'argent en présence de chromate neutre de potassium comme indicateur).

SULFATES.

Le SO_3 total est déterminé à partir des cendres qui sont reprises avec de l'eau légèrement acidifiée par de l'acide chlorhydrique; adjonction de chlorure de baryum; le sulfate de baryum est lavé, calciné et pesé.

AMONIAQUE.

Décelé à l'aide du réactif de NESSLER.

Analyse des cendres.

La méthode d'analyse des cendres a été appliquée selon les indications de MESTREZAT qui l'a adaptée à l'étude des liquides transsudés de l'organisme (Cf. MESTREZAT, op. cit. p. 39). Les cendres obtenues sont traitées de la façon suivante:

ACIDE PHOSPHORIQUE.

Cendres reprises par l'eau acidifiée par HNO_3 ; l'acide chlorhydrique est éliminé, évaporation à siccité; la substance est reprise par l'eau acidifiée; dans ce liquide chauffé à 60° , adjonction de NH_4NO_3 à 50%, puis HNO_3 et molybdate d'ammoniaque. Le précipité molybdique est décanté; les eaux mères sont recueillies; le précipité est repris par NH_3 ; il est précipité de sa solution sous forme de phosphate ammoniac-magnésien; ce précipité est calciné et du pyrophosphate obtenu on déduit en P_2O_5 le phosphore total.

FER ET ALUMINIUM.

Les eaux mères du précipité phosphomolybdique sont alcalinisées et à l'ébullition, le fer et l'aluminium précipitent après filtration, lavage et incinération; le résidu est pesé, on obtient

le poids de Fe_2O_3 et Al_2O_3 . Le fer peut être dosé colorimétriquement à l'aide de KCNS, en présence d'une solution ferrique étalonée.

CHAUX.

Les liquides filtrés des opérations précédentes sont concentrés, alcalinisés par NH_3 ; l'oxalate d'ammonium y précipite la chaux; le précipité calciné est traité par H_2SO_4 ; du sulfate de calcium obtenu, on déduit le calcium en CaO .

MAGNÉSIE.

Aux liquides filtrés des opérations précédentes sont ajoutés du phosphate d'ammoniaque et de l'ammoniaque; le phosphate ammoniacomagnésien est séparé puis calciné; du poids du pyrophosphate de magnésium, on déduit le magnésium en MgO .

Substances spéciales.

Une seule substance a fait l'objet de recherches: le sang. Nous l'avons décelé par la spectroscopie ainsi que par quelques réactions spéciales.

1. Réaction de WEBER (à l'aide de la teinture de gaïac).
2. Réaction de MEYER (à l'aide de la phtaline du phénol en milieu alcalin).

Ces réactions qui reposent sur les propriétés oxydasiques du sang, sans être réellement spécifiques, donnent tout de même des indications utiles, surtout si elles sont complétées par l'examen spectroscopique. La recherche de la matière colorante du sang a pour nous une importance capitale, puisqu'elle nous sert à reconnaître si le cysticerque est vivant ou non.

A dessein, nous avons réduit l'exposé des méthodes au strict minimum; beaucoup d'entre elles sont courantes et le lecteur désireux d'avoir des informations plus complètes peut se reporter aux divers traités (VILLE et DERRIEN, CLOGNE, DOURIS, DURUPT, ainsi qu'à l'ouvrage fondamental de MESTREZAT) qui décrivent les méthodes en détail. Le but de notre travail n'est pas l'étude des méthodes en elles-mêmes, mais leur application à l'étude d'idées et à la vérification d'hypothèses.

CHAPITRE I.

Déterminations physico-chimiques.

§ 1. DENSITÉ. ¹

Dix mesures faites avec un picnomètre de 5 cc. donnent les résultats suivants:

1,008; 1,010; 1,012; 1,004; 1,008; 1,015; 1,010; 1,008; 1,012; 1,010.

Les chiffres extrêmes sont donc: **1,004** et **1,015**.

Dans un cas, le liquide externe avait une densité de 1,024, alors que le liquide interne correspondant avait 1,008.

La différence est très nette.

§ 2. CONCENTRATION MOLÉCULAIRE. ¹

Douze cysticerques, chacun étant l'objet de trois mesures, donnent les chiffres suivants:

— 0°,657	— 0°,669	— 0°,661	— 0°,684
— 0°,555	— 0°,630	— 0°,641	— 0°,641
— 0°,635	— 0°,661	— 0°,661	— 0°,663

Moyenne: **0°,64**

A part un seul chiffre, la limite de variation n'est pas très élevée.

Les mesures faites sur les liquides externes n'attestent pas une très forte différence, ni une variation plus grande.

Le sérum de mouton nous donne:	— 0°,630
Idem selon BUGARSZKY et TANGL (1898): de	— 0°,607 à — 0°,633
L'humeur aqueuse de bœuf nous donne:	— 0°,63

On peut donc dire qu'il y a isotonie presque parfaite entre le liquide de cysticerque et le sérum de mouton.

Les résultats sont interprétés dans le paragraphe relatif aux chlorures.

¹ SCHOPFER (1925c), (1929).

§ 3. TENSION SUPERFICIELLE. ¹

Cinq mesures donnent, par rapport à l'eau (1,000) les chiffres:

0,858; 0,757; 0,890; 0,942; 0,858

La tension superficielle du liquide externe n'a pas été mesurée.

§ 4. CONCENTRATION EN IONS HYDROGÈNE. ¹

Dans une première série, 19 cysticerques donnent une moyenne de p^H égale à **6,46** (de 6,3 à 6,7). Une deuxième, de 13 cysticerques, donne une moyenne de p^H égale à **6,56** (de 6,3 à 6,8).

Ce liquide est donc toujours faiblement acide; celui d'échino-coque est, au contraire, faiblement alcalin; plusieurs mesures, effectuées sur des échinocoques du poumon du bœuf, donnent des p^H supérieurs à 7, de 7,2 à 7,4.

§ 5. INDICE DE RÉFRACTION. ²1^{re} Série.

Liquide interne provenant de cysticerques frais et vivants:

1,33 565	1,33 565	1,33 578
1,33 565	1,33 576	

Tous ces chiffres sont très voisins; les cysticerques ne proviennent pourtant pas du même mouton.

Un cysticerque rempli de liquide sanguinolent, à membrane vésiculaire plissée, sans liquide interne indépendant donne: 1,33 590.

2^{me} Série.

Liquide interne frais; cysticerques provenant du même mouton.

1,33 563	1,33 609	1,33 603	1,33 551
1,33 596	1,33 596	1,33 590	1,33 616
Liquide externe de cysticerque normal.			1,33 780
Petite quantité de liquide interne contenu dans une membrane vésiculaire, opaque, morte			1,33 960
Liquide externe très abondant provenant d'un cysticerque en voie de dégénérescence			1,34 589
Idem, liquide externe très trouble, laissant un dépôt . .			1,34 589
Sérum de mouton.			1,34 763

¹ SCHOPFER (1925c).

² SCHOPFER (1927).

Ces chiffres dont on doit considérer les trois dernières décimales sont très suggestifs et montrent nettement la différence des deux liquides et la nécessité qu'il y a à travailler avec des animaux vivants.

3^{me} Série.

Liquides internes et externes correspondants:

1.	1,33 570	1,34 340
2.	1,33 570	1,34 229
3.	1,33 568	1,34 350
4.	1,33 570	1,34 097
5.	1,33 597	1,34 237

La différence systématique entre les deux liquides s'accroît encore. Lorsque nous ne possédons qu'une goutte de liquide externe, nous en mesurons l'indice en la plaçant entre deux prismes s'appliquant l'un contre l'autre et s'adaptant au tube de l'appareil.

4^{me} Série.

Un liquide interne un peu trouble provenant d'un cysticerque vivant donne: 1,33 600.

Une moyenne entre les 18 mesures des liquides internes des trois premières séries fournit le chiffre de : **1,33 5805**.

WERNICKE et SAVINO (1923) donnent pour le liquide de kyste hydatique des indices de réfraction qui vont de 1,3401 à 1,3307; (à 15°C). Le liquide de kyste hydatique, comme on le verra par la suite, diffère du liquide de cysticerque par une teneur plus faible en protéiques et a une composition chimique assez constante; nous nous étonnons des variations si fortes de l'indice; on peut se demander s'il s'agit bien de kystes vivants, contenant leur liquide propre et non pas morts, chargés de substances (protéiques surtout) dont la diffusion depuis l'hôte s'est faite *post mortem*. Il est plus difficile de reconnaître la vitalité d'un kyste hydatique que celle de notre cysticerque, les deux membranes étant jointes. Nous insistons sur la grande constance de ce caractère physico-chimique chez le liquide de *C. tenuicollis*.

5^{me} Série.

Les autres humeurs de l'organisme nous montrent des indices de réfraction qui sont du même ordre de grandeur.

Le liquide péricardique de mouton (jaunâtre et devant être assez albumineux) nous donne	1,33 827
L'humeur aqueuse de lapin recueillie par ponction sur un œil frais donne	1,33 521
L'humeur aqueuse de chien, selon KRAUSE et YUDKIN (1930) aurait.	de 1,33 478 à 1,33 532
Le liquide céphalo-rachidien humain, selon LÖWY (1914), aurait.	de 1,33 513 à 1,33 521

L'interprétation des résultats de la réfractométrie du liquide sera faite au paragraphe concernant les matières protéiques.

CHAPITRE II

Déterminations chimiques.

*I. Déterminations générales.*¹

§ 1. EXTRAIT SEC.

Une première série donne: (en gr. p. litre)

14,60; 14,40; 18,10.

Une deuxième série donne:

14,80; 13,60.

Une troisième série dont les liquides proviennent de cysticerques morts, à liquide visqueux et rosé, donne:

19, 60; 17, 80; 18, 80; 17, 60; 19, 20; 16, 20; 18, 20; 14, 20; 20, 20; 19, 20;

Ces chiffres sont très supérieurs à ceux que donne le liquide normal.

Une série spéciale effectuée en relation avec l'indice de réfraction (voir matières protéiques) et dont les chiffres serviront à l'établissement de la moyenne, donne:

17,60; 15,76; 15,60; 15,28; 15,12; 14,18.

Moyenne = 15,59 par litre.

Le liquide externe fournit un extrait sec beaucoup plus élevé, la différence étant presque totalement due aux protéiques. Les chiffres oscillent autour de 40 gr. p. litre, et, dans un cas, 69,4 p. litre. Pour le sérum de mouton, ABDERHALDEN (1898) donne deux chiffres: 82,56 et 83,19 gr. $\frac{0}{100}$.

Le liquide externe semble donc occuper une position intermédiaire.

¹ Sauf § 5: SCHOPFER (1929).

On ne peut, d'ailleurs, à ce point de vue, lui attribuer une composition aussi stable que celle du liquide interne.

Pour le liquide céphalo-rachidien humain,	
MESTREZAT donne	10,93 gr. par litre
Pour l'humeur aqueuse de cheval, MESTREZAT	
et MAGITOT donnent	10,78 gr. par litre
Pour le liquide péricardique, ROSENBLOOM	
(1919) donne.	29 à 33 gr. par litre

Ce dernier chiffre est très élevé; il correspond également à un indice de réfraction (1,33827) beaucoup plus fort que celui que nous avons déterminé précédemment.

§ 2. CENDRES.

Six déterminations faites avec les précautions d'usage, donnent :

8,70; 8,36; 8,40; 8,10; 8,18.

Moyenne = **8,303** par litre.

Les chiffres fournis par le liquide céphalo-rachidien humain (8,08 selon MESTREZAT (1911)) et par l'humeur aqueuse de cheval (8,44 selon MESTREZAT et MAGITOT (1921)) sont du même ordre de grandeur. Les différences portent avant tout sur les protéiques.

§ 3. MATIÈRES ORGANIQUES.

Par différence, nous obtenons les chiffres suivants :

8,90; 7,40; 7,20; 7,20; 7,10; 6,00.

Moyenne = **7,30** par litre.

En comparant les données précédentes, relatives à l'extrait total et aux cendres, on voit que le liquide de cysticerque se distingue de l'humeur aqueuse et du liquide céphalo-rachidien par la teneur en matières organiques; parmi celles-ci, on peut immédiatement mettre en cause les matières protéiques.

§ 4. TENEUR EN EAU.

Par différence, nous obtenons les chiffres suivants :

1009,7 — 15,59 = **994,11** gr. par litre en moyenne.

Pour l'humeur aqueuse de cheval, d'après les données de	
MESTREZAT et MAGITOT, on a.	996,70
Pour le liquide céphalo-rachidien, on a selon MESTREZAT	996,67

§ 5. TENEUR EN AZOTE TOTAL.

Une première série nous donne une teneur qui va de 0,56 à 0,60 p. litre. (KJELDJAHL, suivi d'une titration au formol).

Une seconde série donne: titration au formol après un KJELDJAHL	0,531
Le même liquide, après un KJELDJAHL et une mesure à l'uréomètre donne	0,540
Moyenne pour cette série	0,536

Nous prenons comme moyenne des deux séries **0,544** gr. p. litre environ. Les différentes formes de cet azote seront étudiées dans le paragraphe concernant l'urée.

II. *Matières organiques (Détail).*§ 1. MATIÈRES PROTÉIQUES.¹

Par précipitation avec l'acide trichloracétique, nous obtenons des chiffres qui vont de 2,8 à 3,5 grammes p. litre. Nous avons essayé une méthode indirecte; sur un certain nombre de liquides provenant de cysticerques distincts, nous dosons l'extrait sec, les cendres, puis les matières organiques. Parmi celles-ci, nous envisageons surtout les protéiques et le sucre; ce dernier est dosé sur les mêmes liquides par la méthode colorimétrique de FOLIN; en défalquant ce dernier, nous obtenons un chiffre qui est constitué pour la plus grande part, par les protéiques; cette mesure n'est cependant pas précise et les chiffres que nous avons déjà publiés à ce sujet sont trop forts; en effet, il faut tenir compte d'une série d'autres substances organiques, qui, prises isolément, existent dans le liquide à un taux très faible mais qui, au total, atteignent certainement un gramme; urée, acide urique, cholestérine, créatinine, matières grasses et peut-être acides gras libres; en défalquant encore ce gramme supposé, nous obtenons un chiffre qui se rapproche du taux réel des protéiques, tout en étant encore trop fort; à part une exception (voir le tableau) nous réalisons des teneurs de 4 à 5 grammes par litre. Nous ne pouvons pas donner des chiffres.

¹ SCHOPFER (1927), (1929).

précis, mais il nous semble que les limites de 3 à 5 grammes au maximum par litre de liquide sont plausibles (SCHOPFER, 1927).

TABLEAU N° 18.

[n] ^{17,5} _D	Extrait sec	Cendres	Matières organiques	Sucre	Protéiques
1,33622	17,6	8,7	8,9	1,44	6,46
609	15,76	8,36	7,4	—	—
595	15,60	8,40	7,2	1,27	4,93
592	15,28	8,08	7,2	1,70	4,50
590	15,20	8,10	7,1	1,62	4,48
583	14,18	8,18	6,0	1,00	4,00

Ce tableau montre nettement que l'indice de réfraction varie avec la teneur en matières organiques; il y a de fortes probabilités pour que le chiffre de la dernière colonne, les protéiques (ou en y ajoutant 1 gramme, le chiffre protéiques + substances non dosées ici) soit responsable de ces variations. On peut en trouver une preuve en comparant quelques autres humeurs avec notre liquide:

TABLEAU N° 19.

	Indice de réfraction	Extrait sec p. litre	Cendres p. litre	Protéiques p. litre
Liq. de cystic. . .	1,33 580	15-17	8,30	3-5
Liq. C.-R. ¹ . . .	1,33 517	10,93	8,80	0,18
Hum. aqueuse ² . .	1,33 520	10,78	8,44	0,16
Liq. péríc. ³ . . .	1,33 827	29-33	—	21-28
Liq. cyst. ext. . .	1,34 200	69,40	7,40	60 env.
Sérum mouton ⁴ .	1,34 763	82,88	—	67,95

La comparaison des première et dernière colonnes, tout en n'indiquant pas une proportionnalité absolue est cependant suggestive. Pour le liquide externe, on comprend qu'on ne puisse obtenir une grande constance ni de l'extrait total et des protéiques, ni de l'indice de réfraction.

¹ MESTREZAT (1911), sauf l'indice de réfrac. LÖWY (1914).

² MESTREZAT et MAGITOT (1924), sauf l'ind. de réfrac. KRAUSE et YUDKIN (1930).

³ ROSENBLOOM (1919), sauf l'indice de réfr. (pers.).

⁴ ABDERHALDEN (1898), sauf l'indice de réfrac. (pers.).

A. Globulines.

Présentes en assez grande quantité (par rapport aux protéiques totaux).

B. Sérines.

Présentes en assez grande quantité.

C. Albumoses et peptones.

La réaction du biuret est négative sur le liquide détéqué à l'acide trichloracétique.

D. Fibrinogène.

On recommande de traiter le liquide que l'on analyse en ajoutant quelques gouttes de sérum pour apporter la quantité de fibrino-ferment nécessaire à la coagulation. En ajoutant à notre liquide quelques gouttes de liquide externe riche en protéiques, nous obtenons une floculation très nette. Dans le liquide que l'on vient de recueillir il n'est pas rare d'observer quelques flocons.

E. Mucine.

La réaction de Rivalta en indique, parfois, mais d'une manière inconstante, une très petite quantité.

§ 2. URÉE.¹

Ce corps a été trouvé d'une façon constante mais en quantité variable.

Une première série de mesures effectuées à l'uréomètre avec l'hypobromite de sodium nous donne un taux d'azote dans lequel interviennent, en première ligne, l'urée mais aussi l'acide urique, les acides aminés, la créatinine et s'il y en a, les sels amoniacaux. Une moyenne de 8 séries comportant 54 mesures donne une teneur de $N = 0,30$ gr. p. litre.

Si, comme on le fait souvent, on exprime cet azote en urée, nous obtenons un chiffre de 0,664 gr. par litre, qui ne correspond naturellement pas à l'urée proprement dite.

¹ SCHOPFER (1925c), (1925b).

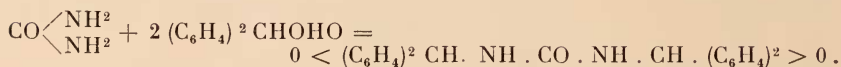
Dans une autre série, nous groupons les cysticerques par hôte.

1 ^{er} mouton: 2 cyst.:	0,24	0,27 gr. N. par litre.
2 ^{me} mouton: 3 cyst.:	0,21	0,215, 0,19 gr. N. par litre.
3 ^{me} mouton: 5 cyst.:	0,29	0,25 0,27 0,275 0,25 gr. N. par litre.

Il semble donc exister une certaine analogie entre les parasites provenant d'un même mouton.

La méthode au xanthidrol par contre, trouvée et mise au point par FOSSE, donne des résultats très précis dans lesquels est comprise l'urée seule.

Principe de la méthode:



Le précipité de xanthylurée est lavé, séché et pesé; on en déduit le poids d'urée.

La moyenne que nous avons publiée dans une première note est trop forte par le fait que nous y avions compris un chiffre anormalement élevé qui ne s'est pas vérifié par la suite (1,57 %₀₀ !) et un autre concernant un liquide externe exceptionnel; nous les éliminons ici.

Un total de 7 séries comprenant 24 mesures donne une moyenne:

(0,323, 0,268, 0,236, 0,210, 0,870, 0,429, 0,340): **0,38 gr.** urée par litre,
ce qui atteste une moyenne de **0,17 gr. N.** uréique.

MAZZOCCO (1923) donne pour le liquide hydatique, une teneur en azote uréique de 0,25 à 0,28, déterminé par la méthode à l'uréase. Il indique, cependant, des teneurs de 0,14 à 0,18 gr.

Le plasma de mouton nous donne une teneur de 0,324 gr. p. litre. L'équilibre en ce qui concerne l'urée entre le liquide de cysticerque et le sang de mouton semble presque réalisé. MAZZOCCO (1923) donne, à propos d'un kyste bovin et du sang de bœuf, des chiffres qui sont également très voisins. Cependant, les chiffres très élevés ne sont pas propres à confirmer ce fait; nous pouvons les expliquer soit en admettant que la teneur en urée du sang de mouton n'est pas constante, soit que le parasite est capable de produire lui-même cette substance. Quand on pense à la distribution de l'urée dans les règnes animal et végétal, cette dernière hypothèse n'a rien d'improbable. De toute façon, les membranes de cysticerque se révéleront, plus loin, parfaitement perméables à l'urée.

La différence entre les taux fournis par la méthode à l'hypobromite correspondant à l'azote non protéique et ceux que donne le xanthidrol, indique la teneur en azote résiduel (ac. urique, créatinine etc. acides aminés, etc.)

Nous avons donc:

Azote total.	0,55-0,60 gr. par litre.
Azote uréique	0,17 gr. par litre.
Azote résiduel	0,13 gr. par litre.
Azote non protéique	0,30 gr. par litre.

Selon HSIEN-WU (1922), le plasma de mouton contient 0,35 gr. par litre de N. résiduel.

MAZZOCCO (1923), étudiant l'équilibre de l'azote résiduel entre un kyste hydatique et le sang de l'hôte trouve:

	Kyste du poumon humain	Sang humain	Kyste bovin	Sang du bœuf
N. non protéique . . .	0,40	0,39	0,37	0,39
N. uréique.	0,15	0,18	0,14	0,17

§ 3. ACIDE URIQUE.¹

La présence de ce corps est certaine; une moyenne basée sur un grand nombre de mesures donne: **0,128 gr. p. litre.**

Les déterminations ont été effectuées à l'aide de la méthode de FOLIN et DENIS, sur un liquide déféqué par l'acide trichloracétique. Cette méthode qui a été étudiée par GRIGAUT (cf. C.R. Soc. Biol. Paris, 1921) montre que seuls l'alloxane et l'alloxantine donnent également une réaction positive; il serait bien étonnant que le liquide renferme une telle quantité de ces substances. Aucune autre substance dans le sang ne donne, selon GRIGAUT, une réaction positive. Le sang des Mammifères ne contient que des traces d'acide urique; force nous est de conclure qu'il y a production de cette substance par le parasite. L'acide urique est indiqué chez les vers par GRIFFITHS (1887) qui le signale chez les Hirudinés. Ses résultats sont contestés par MARCHALL (1890). Il est vrai que ces deux auteurs se basent uniquement sur la réaction de la murexide. SOMMER (1874) affirme avoir trouvé de la xanthine et de la guanine chez les Cestodes (*Taenia mediocanellata*) ou tout au moins une substance voisine de ces corps: «Die chemische Untersuchung der so gewonnenen Massen ergibt, dass sie Substanzen enthalten, welche dem Xanthin

¹ SCHOPFER (1925a), (1929).

oder dem Guanin sehr nahe stehen ». L'hypothèse d'une production d'acide urique par le parasite n'a donc rien d'illogique.

Le plasma de mouton analysé par la même méthode nous a donné des chiffres peu élevés; 0,020; 0,0026; 0,02; 0,026; 0,030 gr. p. litre; d'autres auteurs ont indiqué des teneurs encore plus faibles; AUTHENRIETH et FUNK (1914) indiquent dans le sang de porc et de bœuf 0,01 à 0,03 p. litre. Selon S. R. BENEDICT (1915) il n'y a pas d'acide urique dans le sérum mais 0,057 ‰ dans les globules rouges. Enfin, chiffre extrême, FOLIN et DENIS (1913) donnent, pour le lapin, le porc et le cheval, 0,0005 ‰. L'absence d'acide urique dans le sang des Mammifères est conditionnée par la présence d'une uricase (ou uricoxydase) qui transforme l'acide urique en allantoine; c'est cette substance seule que l'on retrouve dans l'urine de ces animaux. BATTELLI et STERN (1909) qui ont fait une étude approfondie du phénomène diastasique, indiquent la présence d'uricase dans le foie de mouton entre autres, mais il n'y en aurait pas dans le sang de cheval, de veau et de mouton. Ils indiquent cependant qu'il paraît exister dans certains tissus une ou plusieurs substances qui diminuent ou annulent l'action de l'uricase. Dans certains cas, des tissus comme le foie de mouton ne paraissent pas contenir de l'uricase s'ils sont employés à l'état frais, tandis qu'ils oxydent assez énergiquement l'acide urique s'ils sont employés à l'état de précipité alcoolique.

Ils prennent comme unité (=100) la quantité d'acide urique que 100 grammes de rein frais de bœuf décomposent en une heure, soit 1,06 grammes et constatent que le foie de mouton n'intervient que pour 10 !

On peut donc conclure à la présence d'une quantité d'uricase plus petite dans le foie de mouton que chez d'autres Mammifères et dans certains cas à une absence d'action uricolytique. Ces résultats sont extrêmement intéressants pour nous; ils rendent possible la présence d'une très petite quantité d'acide urique dans le sang de mouton, de telle sorte que la présence de ce même corps dans le liquide de cysticerque paraîtrait moins étonnante. Mais il faudrait alors admettre une accumulation à l'intérieur du cysticerque, aux dépens du sang, ce qui nous paraît difficile à soutenir. La première hypothèse, production de la plus grande partie de l'acide urique présent par le cysticerque lui-même, paraît plus logique et plus conforme aux faits.

Il existe quelques observations anciennes sur la présence d'acide urique chez les kystes hydatiques; elles sont difficiles à interpréter; on a observé des cristaux d'acide urique dans les vésicules hydatiques rendues avec les urines d'un malade; la présence d'acide urique est ici toute normale étant donné le siège du parasite; cela prouverait simplement que les membranes sont perméables à l'acide urique, en supposant que les vésicules plongées dans l'urine fussent encore vivantes, ce qui nous semble très douteux (voir plus loin nos expériences à ce sujet.)

Les descriptions classiques du liquide hydatique ne font pas mention de l'acide urique.

Nous concluons donc à la présence normale de ce corps dans le liquide de cysticerque étudié en le considérant comme très probablement produit, en partie, par le parasite lui-même. Le liquide externe n'a pas une teneur très différente de celle du liquide interne (Pour ce qui s'agit de la perméabilité des membranes à l'acide urique, voir au chapitre perméabilité).

§ 4. CRÉATININE ¹.

La réaction de FOLIN-JAFFE est positive; la teneur doit être très faible; nous n'avons pas effectué de détermination quantitative.

Dans les quelques cas où nous avons pu analyser simultanément le liquide interne et externe, la teneur de ce dernier nous a semblé notablement plus élevée que celle de l'interne.

§ 5. CHOLESTÉRINE ².

Il s'agit de la cholestérine totale, dosée après saponification. Tous les liquides internes examinés en étaient très pauvres. Les chiffres oscillent entre 0,08 et 0,10 gr. par litre. Le liquide externe en contient plus de 0,25 à 0,375 avec une moyenne de 0,35 gr. par litre. Dans un cas, le liquide interne donne 0,02 et l'externe correspondant 0,225, soit dix fois plus. Le sérum de mouton, selon ABDERHALDEN, en contient 0,89 gr. $\frac{0}{100}$. La membrane interne semble donc peu perméable pour ce corps.

MAZZOCCO en indique 0,03 à 0,04 gr. par litre de liquide hydatique; MESTREZAT (1911) ne le signale qu'à l'état de trace dans le liquide céphalo-rachidien.

¹ SCHOPFER (1929).

² SCHOPFER (1925c).

Pour ce corps encore, notre liquide ressort marqué d'un *caractère particulier*.

Comme l'acide urique, la cholestérine a été signalée dans les kystes hydatiques, mais d'une façon accidentelle.

Il s'agit le plus souvent de kystes morts dans lesquels s'accumulent des substances qui ne sont plus en équilibre avec celles du sang. Ces observations sont sans intérêt au point de vue où nous nous plaçons.

§ 6. SUCRE (Glucose)¹

Les données relatives à cette substance sont très contradictoires. HAMMARSTEN parle d'une teneur de 2,50 gr. par litre. D'autres auteurs considèrent la présence du sucre comme accidentelle. BRUMPT indique « parfois un peu de sucre ». Une observation ancienne vaut la peine d'être citée. Charles BERNARD et AXENFELD trouvent dans un kyste hydatique développé dans le foie beaucoup de sucre et une petite quantité de chlorures ! Les auteurs envisagent l'origine hépatique de ce sucre et indiquent que Claude BERNARD en avait déjà constaté l'existence dans les hydatides de foie de mouton.

BRAULT et LÆPER (1904) constatant l'existence de glycogène dans la membrane germinale se sont demandé si la présence de sucre dans le liquide hydatique ne serait pas en relation avec celle du glycogène. DÉVÉ (1905) voulant vérifier cette hypothèse ne trouve pas de sucre dans le liquide de deux kystes, provenant du foie et du rein, alors que les membranes sont riches en glycogène. Aussi DÉVÉ n'admet-il qu'accidentellement du sucre.

NAUNYN (1863) indique que les échinocoques du foie contiennent toujours du sucre; il semble attribuer la présence de ce dernier uniquement au fait du voisinage du foie. LÜCKE (1860) en signale aussi, de même que SCHILLING (1904): 0,500/100. Il y a donc peu de données précises et aucune certitude quant aux limites de variations et à la constance.

Une condition fondamentale pour effectuer une bonne analyse de sucre est d'opérer sur un liquide privé de matières protéiques. Dans les six premières mesures que nous avons publiées nous n'avons

¹ SCHOPFER (1925c).

pas observé cette précaution; c'est pour cette raison que les chiffres sont un peu trop élevés:

Moyenne de 6 mesures (FEHLING ordinaire): donne 1,96 gr. par litre, de 1,39 à 2,30 gr. par litre.

Un Fehling ordinaire sur liquide déféqué au réactif de Patéin donne	1,20 gr. par litre.
Dix titrations effectuées selon la méthode de Folin sur 10 liquides différents, avec défécation au tungstate de sodium: 1,11 1,22; 1,24; 1,18; 1,40; 1,40; 1,29; 1,24; 1,39; 1,29	1,27 gr. par litre.
Sur un même liquide nous faisons une analyse selon la méthode de Bertrand	1,63 gr. par litre
et une analyse colorimétrique selon Mestrezat-Benedict.	1,69 gr. par litre
Moyenne.	1,66 gr. par litre.
Cinq mesures faites selon la méthode de Folin sur 5 liquides différents: 1,44; 1,27; 1,70; 1,62; 1,00 donnent	1,41 gr. par litre.

Ces chiffres obtenus avec 4 méthodes différentes sont du même ordre de grandeur. Leur moyenne générale (la première série n'étant pas comptée) est de: **1,385 gr.** par litre.

Sur un grand nombre de cysticerques, sans faire de titration, nous pratiquons une réaction qualitative de Fehling; elle atteste toujours la présence de sucre. Nous considérons donc ce corps comme étant un constituant normal du liquide de cysticerque. Il y a beaucoup de chances pour qu'il en soit de même pour le liquide de kyste hydatique. MAZZOCCO (1923) y indique une teneur de 0,30 à 0,40 gr. par litre (chiffre bien inférieur au nôtre) obtenu par la méthode de Folin-Wu.

Pour le liquide céphalo-rachidien, MESTREZAT (1911) donne une moyenne de 0,534 gr. par litre pour l'humeur aqueuse, 0,94 gr. p. litre.

Le sérum de mouton en contient, selon ABDERHALDEN (1898), 1,06 gr. $\frac{0}{100}$; notre liquide serait donc plus chargé en sucre que le sérum aux dépens duquel il est formé. Nous voyons là une preuve manifeste du métabolisme particulier du parasite; le sucre constitue un de ses éléments nutritifs fondamentaux, à l'aide duquel il synthétise le glycogène contenu dans sa paroi; et il est fort possible que la décomposition de celui-ci libère dans le liquide, une certaine quantité de glucose qui viendrait augmenter le taux du sucre dépendant de celui du sang. La différence n'est, d'ailleurs, pas très élevée.

Nous avons constamment parlé de glucose; comme nous ignorons la nature exacte du sucre du parasite et que nous ne savons s'il n'existe pas d'autres substances réductrices, nous dirons que ces chiffres représentent le pouvoir réducteur (vis-à-vis de la liqueur de FEHLING) exprimé en glucose.

En résumé, cette substance imprime au liquide de cysticerque un caractère particulier qui le différencie des autres humeurs de l'organisme, desquelles d'autres caractères semblent le rapprocher.

§ 7. ACIDE LACTIQUE.

A l'aide de la réaction d'UFFELMANN (acide phénique et chlorure ferrique) nous avons pu le déceler, quoique d'une manière inconsistante, sur une série de liquides normaux et d'une façon certaine sur quelques liquides âgés dans lesquels s'étaient déjà produites des décompositions. Ce réactif n'est pas d'une spécificité absolue, même lorsqu'il est utilisé avec un extrait éthéré de la substance à analyser. Nous concluerons donc à sa présence probable, mais non certaine, dans le liquide normal.

III. *Matières minérales.*

Nous rappelons que le poids moyen des cendres est de 8,30 gr. par litre (SCHOPFER, 1929).

§ 1. CHLORURES.¹

Il existe un grand nombre de déterminations faites sur le liquide hydatique; elles donnent l'impression d'une grande variabilité, étonnante pour un constituant qui est réputé stable. Les limites de 5 à 8 grammes, que l'on cite habituellement ne donnent pas l'impression d'avoir été effectuées à l'aide d'une méthode impeccable et sur des liquides normaux. Pour un échinocoque du foie, SCHILLING (1904) donne même 4,60 gr. ‰_{100} . De toute façon, les résultats obtenus avec la méthode de Mohr (titration par le nitrate d'argent en présence de chromate de potassium) ne doivent pas être exacts, surtout si le liquide contient une quantité appréciable de matières protéiques; le chiffre de 7,88 que nous avons tout

¹ SCHOPFER (1925c), (1926b).

d'abord publié reflète cette erreur. Les chiffres définitifs sont obtenus après destruction des matières protéiques (Méthode de LAUDAT).

Une série de 35 analyses donne comme moyenne générale: **7,03** par litre.

Les limites sont: 6,14 et 7,89 par litre ; ces chiffres sont exceptionnels et c'est entre 6,61 et 7,42 qu'il faut placer la variation courante. Nous sommes donc loin des variations de 5 à 8 indiquées par les auteurs qui s'occupent du liquide hydatique ; nous insistons sur le fait que les liquides qui ont servi à nos analyses proviennent tous de parasites vivants et que les déterminations sont effectuées immédiatement après qu'ils sortent de l'hôte.

Trois échinocoques provenant du foie d'un même cheval nous ont donné des chiffres inférieurs: 5,265; 5,855; 5,55 gr. p. litre.

Nous n'avons qu'un seul chiffre à citer: c'est celui de MONIEZ (1880): 7,20 pour *Cysticercus tenuicollis* et 5,00 pour l'échinocoque. Les nôtres sont du même ordre de grandeur.

Les cysticerques en dégénérescence, gonflés, à cuticule épaisse ont leur composition modifiée; trois cas nous donnent: 5,50; 6,04; 4,91 gr. par litre. Comprises dans la moyenne générale ces indications fausseraient tout!

Les données que nous obtenons correspondent au chlore total exprimé en NaCl. Le chlorure de sodium est le plus abondant des chlorures; ceux de potassium et de magnésium n'existent qu'à des taux beaucoup plus faibles.

Comparaison avec le sérum et les autres humeurs de l'organisme.

Pour le sérum de mouton, BUGARSZKY et TANGL (1898) indiquent de 5,68 à 6,76 ‰ avec une moyenne de 6,09 gr. ‰.

Une détermination personnelle nous donne: .	6,37 gr. par litre.
Moyenne	6,23 gr. par litre.
La teneur correspondante du sérum en chlore est de.	3,7805 par litre.
Pour le sérum de deux moutons, ABDERHALDEN (1898) indique	3,700 ‰.
Le liquide de cysticerque nous donne	4,266 par litre.

Pour cette substance, la différence est donc très nette. Le rapport entre la teneur du sérum de mouton et celle de notre liquide est du même ordre de grandeur que celui qui existe entre l'humeur

aqueuse et le liquide céphalo-rachidien, d'une part, et le sérum humain, d'autre part.

Humeur aqueuse de cheval selon MESTREZAT et

MAGITOT (1921).	Cl. 4,314 gr. par litre.
Liquide céphalo-rachidien selon MESTREZAT (1911).	Cl. 4,448 gr. par litre.
Sérum humain selon SCHMIDT (1848)	Cl. 3,556 gr. ‰

Cette constatation est précieuse, car elle nous permettra de nous faire une idée exacte sur la nature de l'équilibre qui s'établit entre le sérum de mouton et le liquide du parasite. Elle nous autorise aussi à établir une analogie entre le liquide du parasite et les autres humeurs de l'organisme, alors que d'autres caractères faisaient ressortir une dissemblance.

Tous les auteurs qui ont déterminé NaCl dans le liquide hydatique indiquent une teneur plus élevée par rapport au sérum. Seul SCHILLING donne des chiffres qui sont identiques à ceux du sérum; cet auteur voyait là la preuve qu'il s'agit d'un dialysat! Nous savons aujourd'hui qu'une humeur peut être un dialysat équilibré, avec une teneur en NaCl supérieure à celle du sang.

Le chlorure de sodium contribue, presque pour les deux tiers, à l'établissement de la pression osmotique totale du liquide de cysticerque alors que pour le sérum de mouton, pour l'établissement d'une pression presque semblable, ce sel n'intervient que pour les quatre septièmes:

	<i>liq. cyst.</i>	<i>sérum</i>
Concent. mol. totale.	— 0°,64	— 0°,63
Concent. chlorures (calculé)	— 0°,44	— 0°,36
Pourcentage de la concent. due aux chlorures	66,77%	57,14%

Ces faits seront interprétés au chapitre « Nature de l'équilibre ».

§ 2. SULFATES (SO₃ total)

Le chiffre moyen que nous obtenons est de: **0,16 gr.** par litre.

ABDERHALDEN (1898) ne donne pas d'indications sur les sulfates du sérum. BUNGE (1878) en signale des traces. Nous nous demandons si ces indications sont exactes, d'autant plus que dans le sérum humain on en rencontre, selon SCHMIDT, 0,13 gr. ‰.

§ 3. AMONIAQUE.

Nous avons parfois obtenu une faible réaction positive avec le réactif de NESSLER, mais d'une manière très inconstante. Nous ne considérons pas ce corps comme un constituant normal du liquide.

§ 4. PHOSPHORE (P_2O_5 total).¹

Pour le liquide interne les teneurs sont de **0,12 à 0,15** par litre.

Le sérum de mouton en contient selon ABDERHALDEN 0,23 gr. $\frac{0}{100}$. Si l'on fait abstraction du phosphore des protéiques et de la lécithine, les chiffres sont bien inférieurs; MROCZKOWSKY (1878) donne dans ce cas, pour le mouton, de 0,032 à 0,042 gr. Il est probable que pour le liquide de cysticerque, notre chiffre, assez élevé, comprend également une certaine quantité de phosphore protéique; cela se vérifierait par le fait que le liquide externe beaucoup plus chargé en protéiques est également plus riche en phosphore; **0,20 à 0,22 gr.** par litre.

Le liquide céphalo-rachidien et l'humeur aqueuse en contiennent beaucoup moins, respectivement: 0,06 et 0,073 gr. Le chiffre indiqué par MAZZOCCO (1923) pour le liquide hydatique paraît surprenant.

§ 5. FER ET ALUMINIUM.

Le fer est présent en très petite quantité, jamais supérieure à **0,002 gr.** p. litre. Sa présence doit être en rapport avec l'existence dans le liquide externe d'une certaine quantité d'hémoglobine produite par la destruction des globules rouges qui s'y trouvent.

§ 6. CHAUX.

Les chiffres que nous obtenons attestent que la teneur est peu différente pour le liquide interne: **0,12 gr.** p. litre; pour l'externe: **0,13 gr.** p. litre et pour le sérum de mouton: 0,12 gr. $\frac{0}{100}$ selon ABDERHALDEN.

Le liquide céphalo-rachidien et l'humeur aqueuse possèdent également une teneur en chaux très voisine et se rapprochant plus de celle du sérum que ce n'est le cas pour le phosphore.

§ 7. MAGNÉSIE.

0,05 à 0,06 gr. p. litre pour les liquides de cysticerques et 0,04 pour le sérum de mouton.

En ce qui concerne le liquide céphalo-rachidien et l'humeur aqueuse humains, même remarque qu'à propos de la chaux.

¹ L'acide phosphorique, le fer, la chaux et la magnésie sont déterminés ensembles, sur les cendres provenant du liquide mélangé de 12 cysticerques.

D'une manière générale, nous constatons qu'au point de vue minéral, le liquide de cysticerque a la même composition qualitative que le sérum de mouton et que les différences quantitatives semblent assez facilement s'expliquer si l'on pense à l'absence, dans le liquide, d'une partie de la fraction liée aux protéiques.

IV. *Substances spéciales.*

§ 1. HÉMOGLOBINE.

Alors que le liquide interne ne contient aucun élément anatomique en suspension (hématies ou leucocytes), du moins tant qu'il est normal, le liquide externe, le plus souvent rougeâtre, montre à l'examen de nombreuses hématies en dégénérescence. Des frottis de ce liquide, colorés au panchrôme de Laveran ou de Pappenheim attestent leur présence pour chaque liquide examiné. Sur ce même liquide externe toutes les réactions colorimétriques de l'hémoglobine sont positives. L'examen spectroscopique montre les deux raies caractéristiques de l'oxyhémoglobine l'une dans le vert, l'autre dans le jaune, à droite de la raie D du sodium. Avec adjonction de sulfate d'ammonium, apparition de la raie de Stokes, peu nette, mais visible tout de même. Dans les liquides internes, ni réactions chimiques, ni examen spectroscopique positifs, même si le liquide externe correspondant est abondant et rouge. Dans quelques cas, lorsque la membrane vésiculaire est plissée, et flottante dans une forte quantité de liquide albumineux (on ne distingue plus l'interne de l'externe) on obtient des réactions positives de l'hémoglobine; mais, dans ce cas, il ne s'agit jamais de parasite vivant: placé dans de l'eau à 37° il n'y a plus de contraction de la membrane. En temps normal, la membrane vésiculaire semble empêcher le passage d'hémoglobine, comme elle le fait pour la plus grande partie des protéiques; mais si elle est lésée ou morte, ce passage doit pouvoir s'effectuer (SCHOPFER, 1929).

V. *Propriétés biochimiques du liquide de cysticerque.*

§ 1. POUVOIR GLYCOLYTIQUE.

Un liquide recueilli stérilement et conservé dans une éprouvette stérile, pendant 24 heures à 37° ne présente aucune diminution de sa teneur en glucose, par rapport à celle qu'il avait avant l'ex-

périence et immédiatement après sa sortie du mouton-hôte. Le liquide ne semble pas présenter de pouvoir glycolytique.

§ 2. POUVOIR AMYLOLYTIQUE.

Cinq cc. d'empois d'amidon à 1 % sont additionnés de 2 cc. de liquide frais et stérile; 4 éprouvettes contenant ce mélange sont placées à 37°, pendant 24 heures; après l'expérience recherche du sucre réducteur par la méthode de BÉNÉDICT. Aucune différence d'avec le témoin sans adjonction de liquide.

Les mêmes essais effectués avec du glycogène donnent également des résultats négatifs. Le liquide ne semble donc pas présenter de pouvoir amylolytique. MESTREZAT (1911) parle d'un très faible pouvoir amylolytique possible pour le liquide céphalo-rachidien. Nous sommes d'ailleurs mal renseigné sur le pouvoir amylolytique du sang de mouton et sur son intensité; au cas où celui-ci existerait, il serait d'un grand intérêt de vérifier son absence du liquide de cysticerque et de constater le comportement des membranes envers les ferments amylolytiques.

Nous n'avons fait aucune expérience sur ce sujet.

Toute la question des actions enzymatiques et celle de *la toxicologie du liquide de cysticerque* est à étudier. On ne peut qu'établir des analogies avec ce que la toxicologie et la sérologie du liquide hydatique nous enseignent.

VI. Composition des membranes et du scolex de *Cysticercus tenuicollis*.

Les scolex sont coupés exactement à l'endroit où la membrane vésiculaire commence. Les deux membranes sont séchées rapidement entre deux feuilles de papier filtre. Dessiccation à 100°, puis calcination.

Neuf scolex donnent un poids de 0,251 gr. humide.

Poids sec	46,61%
Eau.	53,39%
Cendres	19,15%
Matières organiques.	27,49%

Neuf membranes vésiculaires donnent un poids de 2,332 gr. humide.

Poids sec	17,84%
Eau.	82,16%
Cendres	0,60%
Matières organiques.	17,23%

Sept membranes cuticulaires normales donnent un poids de 1,168 gr. humide.

Poids sec	25,75%
Eau.	74,25%
Cendres	0,32%
Matières organiques.	25,43%

Une seule membrane cuticulaire de cysticerque en dégénérescence donne un poids de 2,521 gr. humide.

Poids sec	19,83%
Eau.	80,17%
Cendres	1,82%
Matières organiques.	18,00%

Il est intéressant de comparer la teneur en eau des scolex et des membranes: elle est presque deux fois plus forte pour ces dernières. De même, la teneur en matières minérales de la vésiculaire est remarquablement faible, inférieure à celle du liquide! Ce taux s'abaisse encore dans la membrane cuticulaire conjonctive et ne s'élève que dans la cuticulaire de cysticerque en dégénérescence; cette minéralisation s'accroît encore par la suite. A remarquer le poids élevé d'une *seule* membrane cuticulaire en dégénérescence: 2,521 gr. alors qu'une membrane de cysticerque normal, de taille moyenne (15 à 20 cc.) ne pèse que 0,15 à 0,20 gr.

Dans nos mesures:

Poids d'un scolex	0,028 gramme
Poids d'une vésicule	0,259 gramme
Poids d'une cuticule normale	0,167 gramme
Poids d'une cuticule dégénérée	2,521 grammes

Proportion des cendres et des matières organiques par rapport au poids sec:

TABLEAU N° 20.

	Cendres	Matières organiques
Scolex	41,08%	58,92%
Vésiculaires.	3,36%	96,64%
Cuticulaires normales	1,24%	98,76%
Cuticulaires dégénérées.	9,19%	90,81%

Composition chimique de Cœnurus cerebralis.

Deux de ces parasites fournis par le mouton nous ont permis de nous faire une idée de leur composition.

Scolex et membrane.

Une centaine de scolex provenant de la même membrane donnent pour un poids total de 0,550 gramme.

Poids sec	25,27%
Eau.	74,73%
Cendres	6,91%
Matières organiques.	18,36%

Une membrane correspondant aux scolex précédents donne pour un poids total de 0,990 gramme.

Poids sec	12,42%
Eau.	87,58%
Cendres	0,51%
Matières organiques.	11,92%

Les chiffres relatifs au scolex diffèrent de ceux de *Cysticercus tenuicollis* surtout en ce qui concerne le poids sec et les cendres. Par contre, la membrane indique également une minéralisation extrêmement faible.

Scolex:	cendres	27,35% du poids sec.
	matières organiques.	72,65% du poids sec.
Membrane:	cendres	4,10% du poids sec.
	matières organiques.	95,90% du poids sec.
Liquide:	extrait sec.	17,80 gr. par litre.
	cendres	7,90 gr. par litre.
	matières organiques.	9,90 gr. par litre.
Teneur en chlorures (exprimé en NaCl) . . .		6,15 gr. par litre.
Teneur en cholestérine		0,043 gr. par litre.

Le taux de l'extrait sec est supérieur à celui de *Cysticercus tenuicollis*; la teneur en NaCl inférieure de même que les cendres en général. Le chiffre de la cholestérine est très intéressant: la membrane vésiculaire existant seule est appliquée sur le cerveau, organe riche en cholestérine; malgré cela la teneur du liquide est faible ce qui montre, une fois de plus, l'imperméabilité de cette membrane pour la cholestérine libre et à plus forte raison combinée.

TABLEAU N° 21

	A. Liquide cyst. (1 lit.)	B. Sérum mou- ton (1000 gr.)	C. Liquide céph. rach. (1 lit.)	D. Sérum hum. (1000 gr.)	E. Hum. aqu. cheval (1 lit.)	F. Sérum cheval (1000 gr.)	G. Kyste, hyd. boeuf (1 lit.)	H. Sérum boeuf (1000 gr.)
$[n]_{17,5}^D$	1,33580	1,34763 ³	1,33513-21 ¹	—	—	—	1,3307-441 ¹	—
densité (15°)	1,0097 (0,04-0,15)	—	1,00759	—	—	—	—	—
Tension sup.	0,757- 0,942 -0°,64	—	—	—	—	—	—	—
△		-0°,63 ¹	-0°,57 ²	-0°,56 ¹	-0°,60 ¹	-0°,53-59 ¹	-0°,61 ²	-0°,56-63 ¹
Eau	994,11	916,93	996,67	908,84	996,70	902,05	994,70	943,64
Extrait sec	15,57	82,85	10,93	91,16	10,78	97,95	12,80	86,36
Matières organiques	7,30	74,08 ?	2,13	82,58	2,34	—	4,70	—
Matières protéiques	3 à 5	67,70	0,18	—	0,16	84,24	1,20 ³	72,50
Albumoses et peptones	0	—	0	0	0.	0	0	0
Acide urique	0,128	traces	0,014	0,045-0,050	—	—	—	—
Urée	0,38	0,32 ⁴	0,06 ³	0,10-0,30	0,46	—	0,568	—
Créatinine	traces	0,09 ⁴	0,36 ⁴	0,010 ²	0,010- 0,019 ²	—	—	0,0329 ³
Réduction Fehling (en glucose)	1,385	1,05	0,53	1-1,50 ³	0,94	1,176	0,3-0,40	1,05
Cholestérine totale	0,08-0,10	0,89-1,30	—	1,50	—	0,298	0,03-0,04	1,238
Cendres	8,30	8,5-9,0?	8,80	8,574	8,44	—	8,10	—
Chlorures	7,03	6,37	7,32	5,860	7,11	6,14	6,68-7,—	6,08
Cl.	4,226	3,700	4,448	3,556	4,314	3,726	4,15	3,69
SO ₃ tot.	0,16 ¹	0,078 ²	0,056 ⁵	0,280 ⁴	0,031	0,061 ³	0,35 à 0,43 ⁴	0,065
		(inorg. p. litre)				(inorg. p. litre) ²		(inorg. p. litre) ²
P ₂ O ₅ tot.	0,12-0,15 ²	0,236	0,03 ³	0,375 ⁵	0,073	0,240	0,26 à 0,30 ⁵	0,240
CaO	0,120	0,124	0,095	0,162	0,105	0,111 ³	0,05 à 0,060	0,1194
MgO	0,060	0,041	0,050	0,073	0,030	0,045	0,05 à 0,070	0,045
Fe ₃ O ₄	0,002	0,00	0,002	—	traces	—	traces	—

VII. *Comparaison du liquide de cysticerque avec d'autres humeurs.*

Commentaires au tableau n° 21.

Nous n'avons utilisé que des données aussi sûres que possible. Il existe sur la composition des liquides organiques un très grand nombre de chiffres dont beaucoup sont invraisemblables et absolument inutilisables. Aucun des chiffres que nous donnons ne doit être considéré comme une constante physico-chimique, mais comme une donnée physiologique susceptible de varier, peu quand il s'agit du chlorure de sodium ou du Δ , beaucoup plus quand il s'agit de l'urée ou du sucre.

Autant que possible, nous avons cherché à n'utiliser pour une même humeur que les données d'un seul auteur; parfois, nous avons été obligé de faire intervenir des travaux récents pour compléter des séries.

A) *Liquide de cysticerque*. Données personnelles (1925-1929).

1 et 2. SO_3 et P_2O_5 sont plus élevés que la fraction inorganique et dialysable de ces mêmes corps dans le sérum. On peut donc envisager la présence d'une petite quantité de SO_3 et P_2O_5 organique.

B) *Sérum de mouton*. Selon ABDERHALDEN (1898).

1 et 3. Données personnelles.

2. Soufre inorganique d'après DENIS (1921) dans le sang total.

4. Créatinine + créatine, d'après FOLIN et DENIS (1914). Sang total (1000 gr.).

C) *Liquide céphalo-rachidien*. Selon MESTREZAT (1911).

1. D'après LÖWY (1914).

2. Varie parfois, à l'état normal, jusqu'à $-0^{\circ}59$.

3. Le chiffre indiqué par M. est trop faible pour un liquide normal; sa méthode est défectueuse (uréomètre); les chiffres actuellement admis sont de 0,15 — 0,35 gr. par litre.

4. D'après MYERS et FINE (1919).

5 et 6. Y compris une petite quantité de soufre et de phosphore inorganiques.

D) *Sérum humain*. Selon SCHMIDT (1848).

Nous n'avons pu consulter ce travail que nous citons d'après MESTREZAT (1911).

1. Donnée classique.
2. Par litre de plasma normal, d'après HUNTER et CAMPBELL, (1918).
3. Sucre total dont une partie serait dialysable.
4. D'après BARD.

5. Les phosphates libres dialysables seraient, d'après SERTOLI, (1866), de 0,025; le phosphore inorganique, d'après TISDALL, (1922), de 0,035—0,040 par litre de sérum, en P.; (en $P_2O_5 = 0,0858$).

BLOOR (1921) donne environ 0,246‰ pour le plasma (P. total, en P_2O_5). Certains auteurs fournissent des chiffres dépassant 0,40‰ (en P_2O_5).

E) *Humeur aqueuse de cheval*. Selon MESTREZAT et MAGITOT (1921).

1. Détermination personnelle.
2. Créatinine d'après KRAUSE et YUDKIN (1930).

F) *Sérum de cheval*. Selon ABDERHALDEN (1898).

1. D'après BUGARSZKY et TANGL (1898).
2. Soufre inorganique d'après DENIS dans le sang total (1921).

G) *Kyste hydatique de bœuf*. Selon MAZZOCCO (1923).

1. D'après WERNICKE et SAVINO (1923); cette donnée semble trop variable (kyste de mouton).

2. Idem.

3. Comprend les matières précipitées par l'acide tungstique.

De nombreuses déterminations personnelles avec les kystes de bœuf nous donnent des chiffres variant de — 0°58 à 0°61.

4. Cette indication est incompréhensible. Même en prenant la quantité dix fois plus faible (0,35-43‰ au lieu de ‰) elle est encore de beaucoup supérieure à la teneur probable du sérum de bœuf; le sang total atteste une teneur de 0,065 de soufre inorganique. Comment admettre que malgré la dialyse assez serrée effectuée par la membrane du kyste (1,20‰ mat. protéiques) la totalité du soufre *organique* et inorganique passe dans le liquide hydatique?

5. Même remarque pour le phosphore; selon ABDERHALDEN, le sang de bœuf contient 0,013 gr. de phosphore nucléinique et

0,0847 de phosphore inorganique, par conséquent diffusible, (0,244 gr. de phosphore total). On pourrait expliquer la présence, dans le liquide hydatique d'un taux de phosphore correspondant à celui du P. inorganique du sérum, augmenté d'une très petite quantité de P. organique en corrélation avec les matières organiques qui ont diffusé (ce que nous observons pour le liquide de cysticerque: P. total mouton 0,236; P. inorgan. 0,0856; liquide cyst. 0,12); une teneur supérieure à celle du P. total du sérum semble inacceptable, d'autant plus que la teneur en protéiques du liquide d'échinocoque est plus faible que celle du liquide de cysticerque.

Nous mettons en doute la validité de ces deux derniers chiffres. La possibilité d'une accumulation de soufre et de phosphore dans le liquide paraît insoutenable.

H) *Sérum de bœuf*. Selon ABDERHALDEN (1898).

1. D'après BUGARSZKY et TANGL (1898).

2. Soufre inorganique dans un litre de sang total, d'après DENIS (1921).

3. Créatine totale par litre de sérum d'après HAHN et MEYER (1922).

CHAPITRE III

NATURE DE L'ÉQUILIBRE: LIQUIDE DE CYSTICERQUE¹ SÉRUM

L'examen du tableau général montre que le liquide de cysticerque se trouve, par rapport au sang de mouton, dans une situation très voisine de celle de l'humeur aqueuse de cheval ou du liquide céphalo-rachidien par rapport au sérum de cheval et humain: même excès du taux du chlore, même teneur faible en protéiques, le tout en conservant une concentration moléculaire identique. Il paraît donc logique de considérer ce liquide comme un transsudat. La réaction de RIVALTA selon la technique de LAUTIER permet de distinguer les transsudats des exsudats; une réaction positive attestant la présence de mucine caractérise un exsudat, c'est-à-dire un liquide très riche en protéiques. Nous avons parfois obtenu une réaction très légèrement positive, mais, en aucun cas, nous ne pouvons enlever à notre liquide son caractère très net d'humeur transsudée; c'est, en plus, une humeur dialysée au travers d'une membrane qui s'oppose au passage d'un certain nombre de constituants. Le liquide céphalo-rachidien, qui nous représente la composition d'une humeur très dialysée, ne contient que des quantités infimes de protéiques, pas de cholestérine (ou des traces) et une quantité de sucre inférieure à celle du sérum duquel il prend naissance; l'humeur aqueuse se rapproche de très près de l'humeur précédente; notre liquide, par contre, semble moins dialysé puisqu'il contient plus de protéiques et une petite quantité de cholestérine. Il est intéressant de constater que ce dernier corps semble un des premiers sur lequel s'exerce une perméabilité sélective: il est absent de toutes les humeurs fortement dialysées.

¹ SCHOPFER (1926*b*), (1929).

Par contre, notre liquide s'éloigne du liquide péricardique qui contient jusqu'à 30 gr. par litre de protéiques ainsi que du liquide amniotique qui (selon UYENO, 1921), contient jusqu'à 23 grammes d'albumine coagulable par litre et seulement 6,09 grammes de chlorure de sodium. La membrane du cysticerque s'oppose également au passage d'une partie du soufre et du phosphore organique; à ce point de vue, la dialyse est encore plus poussée dans le liquide céphalo-rachidien qui ne renferme qu'une quantité infime de P. organique.

Ces considérations prennent un plus grand intérêt encore si l'on se rappelle les caractères différentiels des deux liquides externe et interne (SCHOPFER, 1929).

TABLEAU N° 22.

	Liquide intérieur	Liquide extérieur	Sérum mouton
Δ	— 0°,64	— 0°,63	— 0°,63
$[n]_D^{17,5}$	1,33580	1,34200	1,34763
Densité	1,0097	1,023	1,040
Eau	994,11	973-983	917,44
Extrait sec par litre.	15,57	40-50	82,85
Cendres » »	8,30	7,4-8,00	—
Protéiques » »	3-5	38-40	67,50
Cholestérine » »	0,08-10	0,30-35	0,89-1,30
P ₅ O ₂ tot. » »	0,12-15	0,22	0,236
Hémoglobine. . . .	0	présente	
Éléments figurés .	0	présents	
Coagulabilité spont.	0	++	

Le liquide externe, dont la composition se rapproche beaucoup plus de celle du sérum que de celle du liquide interne est le produit d'une dialyse beaucoup plus grossière et se rapproche plutôt d'un exsudat. Les deux membranes ont donc un comportement totalement différent: *l'interne, vivante, exerce une perméabilité sélective sur le sérum et sur le liquide externe; l'externe cuticulaire, ne s'oppose pratiquement au passage d'aucun des constituants du sérum.* Transsudat dialytique, assez fortement dialysé, se rapprochant du liquide céphalo-rachidien et exsudat très grossièrement filtré, rappelant le sérum dont il provient, tels sont les deux liquides qui constituent les milieux de *Cysticercus tenuicollis*.

Mais un caractère particulier est imposé à ce transsudat: la

présence d'une assez forte quantité d'acide urique, d'une plus forte quantité de sucre et d'urée et probablement de protéines spécifiques attestent le métabolisme particulier du parasite. Chez l'échinocoque, des substances telles que la bétaine, l'acide valériannique, l'acide propionique sont également des produits du métabolisme du parasite. Il faut donc dire: transsudat dialytique supplémentaire imposé à l'organisme par la présence de la larve du parasite et chargé des produits du métabolisme spécifique de ce dernier.

Par sa position dans la cavité abdominale, adhérent au mésentère ou à l'épiploon, le cysticerque peut être en rapport avec le sang ou la lymphe; mais pressé dans l'abdomen, il est également humecté par le liquide péritonéal; de toute façon, il est en rapport soit avec le sang soit avec un liquide isotonique avec ce dernier. Même si on considère le contact avec l'épanchement séro-sanguinolent dont le péritoine est souvent le siège, on a de nouveau affaire à un liquide isotonique. Le mécanisme exact et le lieu de la dialyse *in vivo*, sont difficiles à connaître. Il faudrait effectuer des expériences en injectant des substances faciles à déceler, soit dans la cavité péritonéale, soit dans la circulation de l'hôte et rechercher ensuite, si elles se retrouvent dans le cysticerque; à notre connaissance, ces expériences n'ont jamais été faites.

Dans une publication de 1926, nous avons essayé d'expliquer l'équilibre particulier qui s'établit entre le sang et le cysticerque en invoquant la théorie de l'équilibre de DONNAN; cette théorie, d'origine et d'application tout d'abord purement physico-chimiques, est basée sur les faits suivants:



La membrane sépare: R qui est un anion de nature colloïdale ou non, non diffusible, et formant avec Na un complexe non diffusible également, d'avec les ions Na et Cl, diffusibles. L'équilibre sera établi lorsqu'on aura:



Mais la somme des concentrations Na et Cl d'un côté de la membrane doit être égale à la somme des concentrations Na et Cl de l'autre côté de la membrane. Comme de l'un des côtés les cations sont constitués par la somme des ions Na liés à l'anion R non diffusible ainsi que par ceux liés à Cl diffusible, et, de l'autre, par les seuls ions Na liés aux anions Cl, et que de ce même côté la concentration de Na est égale à celle de Cl, il faudra que $Na^1 > Na^2$ et que $Cl^1 < Cl^2$. D'un côté, celui de l'ion non diffusible R, ce seront les cations Na qui prédomineront; de l'autre, ce seront les anions Cl. Pour qu'un tel équilibre puisse se manifester, il faut que la concentration du complexe NaR soit beaucoup plus forte que celle des électrolytes diffusibles¹.

Or, si l'on considère d'un côté, le liquide de cysticerque, pauvre en colloïdes, mais plus riche en ions Cl que le sérum, et de l'autre le sérum, présentant les caractéristiques inverses, il semble, à première vue, que les conditions d'un équilibre de DONNAN soient satisfaites. Nous ne nous dissimulons pas que l'application de ce schéma physico-chimique relativement simple à un équilibre réalisé au sein de la matière vivante est pour l'instant purement théorique. Nous connaissons, il est vrai, la teneur en ions Cl et la richesse en protéiques de nos liquides, mais nous ne savons pas grand'chose sur le complexe Na et protéique. Tout ce que l'on peut dire, c'est que la notion de l'équilibre de DONNAN semble pour l'instant expliquer le plus logiquement la prédominance des ions Cl dans le liquide pauvre en protéiques. Il est impossible d'expliquer ce fait par la seule filtration mécanique.

MICHAUD, en 1925, a essayé d'appliquer la même notion au fait que les liquides d'œdème présentent également une teneur en ions Cl plus élevée que le plasma correspondant, alors que les non électrolytes comme l'urée se trouvent en quantité égale dans le plasma et le liquide d'œdème.

Ce qui différencie surtout le phénomène physico-chimique simple du phénomène biologique c'est que dans ce dernier, il y a un grand nombre de substances tant électrolytes que non électrolytes qui participent à l'équilibre.

¹ Voir: LOEB, J. Les Protéines, traduction française. Alcan, 1924, p. 38 et suivantes.

CHAPITRE IV

NUTRITION DU PARASITE

Il est généralement admis que si le liquide de kyste hydatique est pauvre en protéines, c'est que le parasite s'en nourrit. GUIART exprime cette opinion dans son traité de parasitologie. Cette explication ne cadre pas avec nos observations. Remarquons tout d'abord que le cysticerque, malgré ses mouvements, ne doit pas avoir un métabolisme très intense. Le poids sec de scolex provenant de cysticerques de taille moyenne (20 cc. de liquide environ) est de 0,117 gr. soit 0,013 gr. par scolex en moyenne; le poids des 9 membranes correspondantes est de 0,416 gr., soit 0,046 gr. par membrane en moyenne. D'autre part, admettre que le cysticerque se nourrit des protéiques du liquide, c'est sous-entendre que les membranes sont perméables à ces substances et que le liquide en contient toujours une quantité égale à celle du sérum; les 20 cc. de liquide contiendraient donc 1,34 gr. environ de protéiques qui seraient constamment renouvelés, ce qui impliquerait une consommation très forte de la part du parasite. On voit donc à quelles impossibilités on aboutit, sans compter que jamais dans un liquide de cysticerque vivant nous n'avons trouvé ou déduit une teneur en protéiques supérieure à 5 gr. par litre *au maximum*. Il nous semble donc beaucoup plus logique d'admettre que l'absence ou la teneur très faible du liquide en protéiques est due en premier lieu à une faible perméabilité de ces dernières. L'élément nutritif fondamental du parasite est avant tout le sucre; la surface extérieure de la membrane vésiculaire qui est en contact constant avec un liquide riche en protéiques permet de concevoir une utilisation de ces dernières sans qu'elles se trouvent dans le liquide interne. Il n'est pas impossible que la petite quantité de protéiques du liquide interne ne participe pas à la nutrition

du parasite, mais il est très peu probable que ce faible taux résulte d'une utilisation par le parasite d'une quantité de protéiques équivalente à celle que contient le sérum.

Nous continuerons donc à admettre que la présence d'un taux élevé de protéiques dans le liquide interne résulte de la mort de la membrane vésiculaire interne, qui, cessant de manifester ses propriétés de perméabilité sélective laisse passer un corps qu'elle doit normalement retenir. Les expériences faites avec le sérum, confirment entièrement cette interprétation.

CHAPITRE V

DÉGÉNÉRESCENCE DU PARASITE

Lorsque le parasite ne parvient pas à son hôte définitif, après un temps qui n'est pas déterminé, il dégénère. Un premier stade est représenté par les parasites en apparence normaux, mais pleins d'un liquide rosé, riche en protéiques et dans lequel flotte une membrane vésiculaire, vide, plissée et morte. Nous avons trouvé parfois des cysticerques gonflés, fortement turgescents, à membrane cuticulaire très épaissie (elle atteint, parfois, plus de 5^{mm}, alors que normalement elle est d'une fraction de mm). Leur contenu est constitué par un liquide jaunâtre, trouble, laissant un dépôt; le rapport des constituants de ce liquide n'est plus le même que dans le liquide normal; la teneur en extrait sec atteint parfois 70 gr. par litre; la membrane vésiculaire est plissée, opaque, on ne distingue plus de liquide interne. La concentration moléculaire est également modifiée; deux cas observés nous ont donné les chiffres suivants:

Teneur en NaCl	5,50 gr.	6,04 gr. par litre
△	— 0°,49	— 0°,53

Aucun parasite normal ne nous a donné des chiffres aussi faibles. Ce liquide doit être considéré comme différent du liquide externe normal.

Nous considérons ces formes comme représentant un stade nouveau de la dégénérescence du parasite.

Nous avons rencontré aussi des cysticerques de la grosseur d'une cerise, très turgescents et durs. Incisés, ils laissent sortir une gelée qui placée dans de l'eau donne une solution trouble et présentant toutes les réactions des matières protéiques. A l'intérieur, se trouve la membrane vésiculaire, plissée; lorsqu'elle est étalée, elle occupe un volume *beaucoup plus grand* que celui du cysticerque turgescent ce qui montre nettement que sous l'influence de la perte d'eau, de

l'épaississement de la cuticulaire, le parasite a subi une notable diminution de volume. Ces stades doivent faire suite à ceux dans lesquels le liquide interne est trouble, mais où le parasite n'a pas sensiblement diminué de volume. L'autre stade est constitué par ces formes applaties dures, à parois fortement calcifiées et à l'intérieur desquelles se trouve une masse épaisse, pâteuse, dans laquelle il est parfois difficile de distinguer des traces de membrane. Ces formes sont déjà connues (cf. BRUMPT (1927)). On s'est demandé si cette calcification est la suite de la mort du parasite ou si elle en est la cause. Les faits chimiques que nous signalons nous font opter pour la première hypothèse. Nous nous représentons les faits de la manière suivante: Pour des causes difficiles à déterminer, le parasite meurt. La membrane vésiculaire ne s'oppose plus au passage du liquide externe et l'on obtient ces formes ressemblant au parasite normal, mais contenant un seul liquide rosé, riche en protéiques, au sein duquel flotte une membrane vésiculaire plissée, morte. Puis le liquide se charge des produits de décomposition du parasite mort et très riche en protéiques, conditionne des échanges osmotiques qui ne sont plus en rapport avec les lois de l'isotonie; il absorbe en particulier de l'eau (nous pensons à une imbibition des substances colloïdes), puis par une lente résorption du liquide, qui, enfermé dans la cuticule épaisse n'a que des rapports très lents avec la circulation générale de l'hôte, se produit une concentration; la calcification progressive est une manifestation supplémentaire due à l'hôte et finalement nous obtenons les formes définitives, que nous avons il est vrai, rarement observées. Il nous semble que cette conception est logique et en rapport avec les faits. D'autre part, nous ne savons pas si les diverses formes observées se placent réellement les unes après les autres et participent à un même processus de dégénérescence. Peut être certaines d'entre elles sont-elles produites par un processus spécial qui hors de la succession que nous supposons amène le parasite au stade final de la dégénérescence.

Nous insistons sur le fait, que, dans notre explication, c'est le changement des propriétés de la membrane vésiculaire vivante qui constitue le phénomène initial et le point de départ de la dégénérescence telle que nous l'expliquons.

CHAPITRE VI

LA PERMÉABILITÉ DES MEMBRANES DU CYSTICERQUE

Les expériences sur la perméabilité des membranes du parasite constituent le corollaire normal à l'étude de sa composition chimique. Lorsqu'on considère l'intérêt que présente le cysticerque pour de telles recherches, on est surpris de constater que le sujet a été très peu étudié. Il existe un certain nombre de travaux sur la perméabilité des membranes du kyste hydatique; la plupart ont été fait dans un but médical, souvent sur des membranes mortes et n'ont aucun intérêt pour nous. CRUVEILHIER (1860) plonge les vésicules dans l'encre; le liquide hydatique devient violet ou noir; il conclut à la perméabilité des membranes. Les recherches de CHAUFFARD et WIDAL (1891) sont citées comme classiques; elles démontrent la perméabilité des membranes tant pour les colloïdes que pour les cristalloïdes; il est nécessaire de donner quelques détails sur cette dernière publication. Les auteurs constatent tout d'abord la perméabilité des membranes pour le violet de méthyle ou la fuchsine en solution aqueuse. Une perméabilité identique se constate pour le sulfate de cuivre, pour l'iodure de potassium, pour le bichlorure de mercure. Dans le sulfate de cuivre, les vésicules se flétrissent, dans le bichlorure de mercure, elles conservent leur forme arrondie; la membrane subit une sorte de tannage. Le chromogène du pyocyanique diffuse également mais le bacille ne passe pas. Enfin, pour démontrer la perméabilité de la membrane pour les colloïdes, les auteurs plongent les vésicules dans une urine contenant 1,25 gramme par litre d'albumine, additionnée, d'autre part, d'iodure de potassium et de chloroforme; l'albumine passe ainsi que l'iodure; un témoin placé dans du chlorure de sodium à 7 ‰ ne contient pas d'albumine.

Nous avons placé *Cysticercus tenuicollis* dans des conditions

d'expériences exactement semblables pour constater ses réactions (SCHOPFER, 1929).

1. Un cysticerque frais est placé dans un liquide de LOCKE à 37°; mouvements normaux et durables; sert de témoin.

Un cysticerque est placé dans du sulfate de cuivre à 10 % après cinq minutes, mouvements faibles; après douze minutes, arrêt de mouvements, mort.

2. Un cysticerque vivant est plongé dans le liquide de LOCKE additionné de 10 cc. de bichlorure de mercure; après sept minutes, mouvements faibles; après onze minutes, mort.

3. Un cysticerque est placé dans un liquide de LOCKE additionné de 3 cc. de chloroforme. Après une demi-heure, ralentissement, puis extinction des mouvements.

4. Un cysticerque est placé dans 100 cc. d'urine normale et fraîche; tout d'abord mouvements vifs; après dix minutes ralentissement, après 12 minutes mouvements extrêmement faibles.

Donc, les parasites placés dans l'une quelconque des conditions expérimentales décrites par CHAUFFARD et WIDAL, meurent après très peu de temps et à ce moment, selon nous, ils sont perméables aux albumines. On se demande, alors, quelle peut être la signification d'une expérience de perméabilité faite sur une membrane anesthésiée ou tuée; il y a peut-être un intérêt médical, mais au point de vue biologique de tels résultats n'ont assurément pas grande signification, la perméabilité d'une membrane tuée n'ayant rien de commun avec les phénomènes dont une membrane vivante est le siège.

SURMONT et DEHON (1902) procèdent d'une façon plus biologique: dans le but de compléter les résultats de CHAUFFARD et WIDAL et de voir si la cuticule d'échinocoque est perméable dans les 2 sens, ils construisent des osmomètres avec la cuticule en disposant successivement la membrane dans les deux sens opposés; ils constatent avec le glucose, le chlorure de sodium et l'albumine, que la perméabilité est la même dans les deux sens.

On sait que la membrane du kyste hydatique est constituée par une membrane cuticulaire stratifiée, par une membrane anhyste externe et par la membrane prolifère interne, granuleuse et nucléée, qui constitue la partie vivante du parasite. La membrane conjonctive, que nous avons appelée cuticulaire est l'homologue de la

membrane adventice externe du kyste hydatique. Or, lorsque les auteurs classiques parlent de la perméabilité de la cuticule, c'est à la membrane cuticulaire stratifiée qu'ils font allusion. Lorsqu'on construit un osmomètre avec cette membrane, il est possible que la prolifère y soit comprise; mais nous nous demandons comment cette membrane, qui a un dixième de millimètre d'épaisseur, peut encore être intacte après ces manipulations; pourtant c'est elle seule qui compte au point de vue de la perméabilité? Les expériences effectuées avec ce dispositif expérimental n'ont pas encore une signification bien nette quant à la perméabilité de la prolifère.

D'autre part, si d'après SURMONT et DEHON, la membrane est perméable à l'albumine comment expliquer l'absence de cette dernière dans le liquide hydatique?

On voit donc que des recherches expérimentales s'imposent avant de pouvoir tirer des conclusions fermes. *Cysticercus tenuicollis* est à ce propos un objet extrêmement favorable, puisque les deux membranes sont séparées et que l'on peut étudier séparément, leurs propriétés.

I. PERMÉABILITÉ DE LA MEMBRANE CONJONCTIVE, CUTICULAIRE.¹

Celle-ci étant certaine, les expériences seront rapidement relatées. Des osmomètres sont construits avec la membrane fixée sur un tube de 10mm. L'étanchéité est vérifiée après chaque expérience. L'osmomètre est placé dans un bocal contenant de l'eau ou du liquide d'expérience, de façon qu'aucune pression ne s'exerce sur les faces de la membrane. La perméabilité est étudiée dans les deux sens (pour chaque expérience et chaque nouvelle substance, une nouvelle membrane, provenant d'un cysticerque normal).

§ 1. CHLORURE DE SODIUM.

Dedans: 4 cc. NaCl à 12 %; p^H 7,4—7,6.

Dehors: 35 cc. eau distillée; p^H 4,8—5.

Après 39 heures, il a diffusé:

Sens extérieur-intérieur:
0,04 gr. NaCl.

Sens intérieur-extérieur:
0,039 gr. NaCl.

¹ SCHOPFER (1925c).

§ 2. GLUCOSE.

Dedans: 4 cc. glucose à 3 %; p^H 5.

Dehors, 32 cc. liquide de RINGER; p^H 7,4—7,6.

Après onze heures, il a diffusé:

Sens extérieur-intérieur:
0,059 gr. glucose.

Sens intérieur-extérieur:
0,063 gr. glucose.

Résultats analogues avec, à l'extérieur, de l'eau distillée au lieu du RINGER¹.

§ 3. URÉE.

Dedans 3 cc. urée à 3 %; p^H 5—5,2.

Dehors 35 cc. eau distillée; p^H 4,8—5.

L'urée est déterminée qualitativement avec $Hg(NO_3)_2$.

Diffusion rapide dans les deux sens, un peu plus dans le sens intérieur-extérieur.

§ 4. ACIDES AMINÉS.

GLYCOCOLLE, ALANINE, ASPARAGINE.

Leur présence est décelée qualitativement avec la réaction à la ninhydrine qui est très sensible. Nous nous assurons que la membrane seule placée dans l'eau ne libère pas de substances donnant une réaction positive avec le réactif.

Après 20 minutes déjà, on observe une réaction positive dans le liquide extérieur. Nous ne pouvons constater de différence selon le sens du passage.

§ 5. PEPTONES.

Dedans: 4 cc. peptones Siegfried à $\frac{1}{2}$ %; p^H 6,8.

Dehors: 35 cc. eau distillée; p^H 4,8.

Perméabilité plus lente que pour les acides aminés. Après deux heures, réaction positive dans le liquide extérieur.

Pour la perméabilité aux protéiques, voir au paragraphe: perméabilité de la membrane vésiculaire.

¹ Le liquide de RINGER utilisé contient pour 1.000 gr. d'eau, NaCl: 6 gr., KCl: 0,075 gr., $CaCl_2$: 0,10 gr., Na_2CO_3 : 0,10 gr.

§ 6. ACIDE URIQUE.

Facilement perméable.

§ 7. GLYCOGÈNE.

Faible perméabilité de la membrane.

§ 8. IONS H ET OH.

Très facilement diffusibles.

Leur passage est étudié en mettant dans la solution externe un indicateur approprié et en observant le temps nécessaire au virage et l'intensité de celui-ci.

Des expériences faites avec la cuticule épaissie, montée en osmomètre et provenant de cysticerques en dégénérescence, montrent que cette dernière est également perméable au chlorure de sodium, au glucose et à l'acide urique.

II. PERMÉABILITÉ DE LA MEMBRANE VÉSICULAIRE

La confection d'un osmomètre dont on soit certain de l'étanchéité est presque impossible étant donné la délicatesse de la membrane. En ce qui concerne la membrane cuticulaire, les résultats obtenus avec osmomètres s'appliquent exactement à la membrane en place sur l'animal. Par contre, la vésiculaire coupée et fixée à un tube est certainement lésée et les résultats deviennent douteux. Nous avons donc fait toutes nos recherches avec des parasites vivants, entiers, plongés dans des solutions d'expériences.

La perméabilité pour les substances qui se trouvent normalement dans le liquide ne faisant pas de doute, nous nous sommes adressé à des corps étrangers, facilement décelables colorimétriquement. D'ailleurs, dans le chapitre relatif au comportement osmotique du cysticerque, la perméabilité des membranes vivantes au chlorure de sodium sera étudiée.

§ 1. CHLORURE DE FER¹.

Les cysticerques sont plongés dans des liquides non chauffés, additionnés de 2 cc. de chlorure de fer à 10⁰/₁₀₀. Celui-ci est recherché ensuite par le ferrocyanure de potassium ou KCNS.

¹ SCHOPFER (1926a).

Dans	Eau courante	NaCl isotonique	NaCl 30 ‰
Liquide externe.	+ ¹	+++	++++
Liquide interne.	0	0	0

Durée de l'expérience: dix heures; à la fin de l'expérience: tous vivants.

La même expérience faite à 37° donne les mêmes résultats.

§ 2. PHOSPHATE DE FER.

Mêmes résultats que pour le sel précédent.

§ 3. NITRATE DE FER.

Dans	Eau courante	NaCl isotonique	NaCl 30 ‰
Liquide externe.	+	++	+++
Liquide interne.	0	0	très faible

Durée de l'expérience: 6 heures; température: 37°.

§ 4. SULFATE DE CUIVRE².

2 cc. de SO_4Cu à 10 ‰ dans 25 cc. de liquide.

Dans	Eau courante	NaCl isotonique	NaCl 30 ‰
Liquide externe.	faible, net	+	faible, net
Liquide interne.	0	0	0

Le cuivre est recherché avec le ferrocyanure de potassium.

Durée de l'expérience: 25 minutes, température: 37°.

Les cysticerques n'ont plus que de faibles mouvements; c'est ce qui nous a empêché de continuer l'expérience plus longtemps.

§ 5. FERROCYANURE DE POTASSIUM³.

$\frac{1}{2}$ cc. de $\text{FeK}_4(\text{CN})^6$ sat. dans 25 cc. de liquide.

Dans	Eau courante	NaCl isotonique	NaCl 30 ‰
Liquide externe.	+	+	+
Liquide interne.	0	0	0

Recherché par le chlorure de fer.

A 20 cc. de liquide, adjonction de $\frac{1}{2}$ cc. de $\text{FeK}_4(\text{CN})^6$ sat.

Durée de l'expérience: 25 minutes; température 37°.

Les parasites sont *tous vivants* à la fin de l'expérience.

¹ + signifie réaction positive de la substance utilisée.

² SCHOPFER (1926d).

³ SCHOPFER (1926a).

§ 6. ACIDE PICRIQUE.

Cette substance nous a donné des résultats moins précis. 25 cc. de NaCl à 10 ‰ sont additionnés de 2 cc. d'une solution de 1 cc. d'acide picrique sat. dans 100 cc. d'eau distillée.

Durée de l'expérience: $\frac{3}{4}$ d'heure; température 37°.

L'acide picrique est recherché par le réactif de LE MITHOUARD (sulfate ferreux et acide tartrique agissant sur un extrait chloroformique de la substance dans laquelle on recherche l'acide).

6 essais	1	2	3	4	5	6
Liquide externe. .	+	+	+	+	+	+
Liquide interne. .	0	0	0	0	0	0

Les parasites sont tous vivants après l'expérience.

Par contre, si l'on augmente la dose d'acide picrique, on peut observer une coloration jaune du liquide interne, le parasite étant vivant. Si la membrane est morte, la coloration jaune apparaît avec des doses plus faibles d'acide. La dose de 3 à 4 cc. d'acide picrique à 1 ‰ dans 25 cc. de NaCl à 10 ‰ semble représenter la limite au-dessous de laquelle l'acide ne passe pas dans le liquide interne; au-dessus, il y a passage même au travers de la membrane vivante. Les limites établies semblent varier selon l'individu.

En conclusion, il semble que pour les substances utilisées et dans les limites de concentration où elles ont été appliquées, les deux membranes manifestent, quant à leur perméabilité, des propriétés différentes, la cuticulaire étant facilement perméable, la seconde pas ou très peu. Cela du moins, tant que le parasite est vivant. Ce fait n'a encore jamais été signalé.

§ 7. ANALYSE DES PHÉNOMÈNES DE PERMÉABILITÉ.

Lorsqu'on ouvre la première membrane d'un cysticerque ayant plongé dans une solution contenant du sulfate de cuivre par exemple, on constate que le liquide externe qui, à l'état normal est clair, présente une floculation très nette, due à l'action, sur les protéiques, du sulfate de cuivre ayant pénétré. Nous nous sommes demandé si, par ce fait, le sulfate de cuivre étant, en quelque sorte, immobilisé, son absence dans le liquide interne ne serait pas ainsi toute naturelle.

Une membrane vésiculaire est extraite par une fente de la cuticulaire et en parfait état, après vérification de son étanchéité.

est placée dans 25 cc. de NaCl à 10 ‰, additionné d'un demi cc. de sulfate de cuivre à 10 ‰ (mêmes conditions que dans la première expérience avec le sulfate). Température 37°.

Fortes contractions. Après 1½ heure, les concentrations sont encore très fortes; *la réaction du cuivre sur le liquide interne est négative*. Il s'agit donc bien d'une imperméabilité de la membrane pour le sulfate de cuivre.

D'autre part, nous montrons, par la voie directe, que le sulfate de cuivre (à la dose utilisée) n'est pas complètement immobilisé. Nous extrayons 10 cc. de liquide externe typique; 25 cc. de NaCl à 10 ‰ sont additionnés de 1 cc. de sulfate de cuivre à 10 ‰, ce qui représente à peu près les conditions de nos précédentes expériences.

Eau distillée	2 cc.	2 cc.	2 cc.	2 cc.
Mélange NaCl et SO ⁴ Cu .	3	5	7	10 gouttes
Liquide externe	1 cc.	1 cc.	1 cc.	1 cc.

Partout formation d'un précipité trouble, bleu-grisâtre, qui va croissant jusqu'à l'essai avec 10 gouttes. Le mélange est filtré; obtention d'un liquide clair sur lequel la réaction du cuivre est positive, avec une intensité croissante jusqu'au dernier essai. Dans le premier essai, la quantité de cuivre utilisée n'est pas supérieure à celle qui doit passer au travers de la cuticulaire au cours d'une expérience. Le même essai est effectué dans les mêmes conditions avec le chlorure de fer. Mêmes résultats.

La même expérience est faite *in vivo*. Le liquide externe d'un cysticerque ayant séjourné dans une solution de NaCl contenant pour 25 cc. 1 cc. de sulfate de cuivre à 10 ‰ présente encore, après filtration, la réaction du cuivre positive. Après une heure, le liquide interne n'en contient pas.

Notre première hypothèse est donc confirmée; l'absence du cuivre dans le liquide interne est bien due à l'action de la membrane.

Il importe aussi de vérifier si la membrane vésiculaire ne manifeste ses propriétés d'imperméabilité que lorsqu'elle est vivante (SCHOPFER, 1926 d).

Cinq groupes de parasites sont traités de la manière suivante:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1) par l'alcool à 95°, | 4) par l'acide acétique |
| 2) par l'éther, | à 50 %, |
| 3) par le chloroforme, | 5) par l'eau bouillante. |

Les parasites, anesthésiés ou tués, sont placés dans le liquide d'expérience (25 cc. de NaCl, à 10⁰/₀₀ + 1 cc. de SO₄Cu à 10%). Il n'y a naturellement plus de mouvements. Un lot de quatre cysticerques normaux et vivants, placés dans le même liquide d'expérience, sert de témoin.

Après deux heures, nous recherchons le cuivre dans le liquide interne. Témoin: 0.

Traité par:	le chloroforme	++
» »	l'éther.	++++
» »	l'alcool	++++
» »	l'acide acétique.	++
» »	l'eau bouillante.	++

Les propriétés d'imperméabilité de la membrane pour les substances utilisées et dans les conditions de nos expériences sont liées à l'intégrité et à la vitalité de la membrane vésiculaire.

§ 8. EXPÉRIENCES DE PERMÉABILITÉ DANS LES DEUX SENS DE LA MEMBRANE.

Dans tous les essais effectués jusqu'à maintenant, nous n'avons considéré que la perméabilité dans le sens extérieur-intérieur. Le parasite se prête également à trois autres groupes d'essais:

a) Substance à étudier injectée dans le liquide externe entre les deux membranes; il peut y avoir passage à l'extérieur au travers de la membrane cuticulaire.

b) Substance injectée entre les deux membranes; le cysticerque est placé à sec dans un vase plat; il peut y avoir passage dans le liquide interne au travers de la membrane vésiculaire.

c) Substance injectée dans le liquide interne: il peut y avoir passage au-travers des deux membranes, si les parasites sont placés dans un liquide, ou au travers de la vésiculaire seule, si l'expérience se fait à sec.

A. Substance à étudier injectée entre les deux membranes¹.

a) Cysticerque en milieu liquide.

Deux cysticerques reçoivent entre leurs membranes 2 cc. de ferrocyanure de potassium sat. dissous dans 25 cc. NaCl à 7⁰/₀₀. Ils

¹ SCHOPFER (1926d).

sont plongés dans une solution de chlorure de sodium à 7 ‰, l'orifice d'injection de la cuticulaire est maintenu hors du liquide, le parasite étant soutenu par un fil métallique. Température 37°.

	Après 1 ½ heure :	Après 3 heures :
Liquide interne. . . .	0	0

La solution extérieure présente donc une forte réaction au cuivre. La membrane cuticulaire est donc perméable au sulfate de cuivre dans les deux sens.

Cette expérience répétée plusieurs fois, soit avec du ferrocyanure de potassium soit avec du sulfate de cuivre, donne toujours les mêmes résultats.

b) Cysticerque placé à sec, à 37°.

Un gros parasite est injecté de 2 cc. de sulfate de cuivre à 10 % dans 25 cc. NaCl à 10 ‰. Pendant toute la durée de l'expérience, l'animal placé à sec a de très fortes contractions. Après une heure, le liquide interne présente une réaction du cuivre négative.

B. Substance injectée dans le liquide interne.

Cysticerque placé à sec.

Quatre parasites sont choisis avec un liquide externe abondant. Ils sont placés dans un récipient qu'ils remplissent en touchant les parois. Une légère incision est faite dans la partie supérieure de la membrane cuticulaire; par cette ouverture la membrane vésiculaire fait saillie sur une longueur de 1 cm. environ. Par cette partie en saillie se fait l'injection, à l'aide d'une seringue très fine, de la solution de sulfate de cuivre définie plus haut. Une légère ligature ferme la vésiculaire et permet de maintenir la partie ligaturée hors de l'incision de la cuticulaire. Le récipient est placé à 37°. Le parasite a des contractions très fortes; l'injection et la ligature sont faites loin du scolex, l'animal n'en semble pas gêné. Nous avons observé que lorsqu'on ligature fortement le col du cysticerque, les mouvements de contraction s'arrêtent très rapidement.

Après 1 ½ heure, le sulfate de cuivre est recherché dans le liquide externe.

Injection de 1 ½ cc. de SO_4Cu	Ds. liquide ext.	0
» » 1 ½ cc. » »	Ds. liquide ext.	0
» » 2 cc. » »	Ds. liquide ext.	0
» » 2 ½ cc. » »	Ds. liquide ext.	0

Tous les parasites sont vivants à la fin de l'expérience; à ce moment, la vésiculaire est retirée et son étanchéité est vérifiée. Le liquide interne présente naturellement une réaction du cuivre fortement positive.

Ces expériences complémentaires montrent d'une façon définitive que la cuticulaire est perméable dans les deux sens et la vésiculaire imperméable dans les deux sens aux substances non biologiques étudiées, *ceci dans des conditions d'expériences qui donnent toute certitude quant à la vitalité du parasite.*

Seules trois substances biologiques ont été étudiées *in vivo* quant à leur passage au travers des deux membranes: les protéiques, la cholestérine et l'urée. Ces substances prennent pour nous une importance toute particulière; notre conception de la nutrition du parasite, exprimée dans le chapitre 4, sous-entend une perméabilité complète de la membrane cuticulaire pour ces substances et par contre une imperméabilité presque complète de la vésiculaire. Les faits observés nous permettent de supposer la perméabilité de la cuticulaire par le fait de la présence du liquide externe riche en protéiques, et de déduire l'imperméabilité de la vésiculaire du fait de l'absence de protéique du liquide interne. Il est, cependant, nécessaire de donner une démonstration expérimentale de ces suppositions.

§ 9. MATIÈRES PROTÉIQUES.

Pour le passage intérieur-extérieur, il suffit de placer un cysticerque vivant dans de l'eau à 37°. Après quelques heures, on observe dans l'eau un trouble qui va croissant et qui est dû aux protéiques qui ont diffusé. Pour le passage extérieur-intérieur, le seul qui importe pour l'étude des conditions de vie normale du parasite, il y a de grandes difficultés; constater le passage des protéiques dans un liquide qui en contient déjà est très délicat; utiliser un osmomètre, nous éloigne des conditions physiologiques. Dans un essai avec osmomètre, nous avons fait usage de l'albumine d'œuf; cette substance s'éloigne passablement des protéiques qui sont normalement en contact avec le cysticerque et son passage est difficile à estimer quantitativement. Le hasard nous a fait trouver le meilleur dispositif expérimental. En effectuant des expériences de « culture » de cysticerque dans des sérums de Mammifères, nous avons été amené à utiliser du sérum de cheval,

préparé selon la méthode habituelle. Dans un cas, nous avons obtenu un sérum jaune citrin très net; un cysticerque normal placé dans ce milieu y vit normalement (voir au chapitre suivant) et s'y contracte régulièrement. Dans un cas, après six heures, dans l'autre après huit heures de séjour, *nous constatons entre les deux membranes une quantité appréciable de liquide jaune citrin clair différant totalement des quelques gouttes de liquide externe rosé qui s'y trouvaient avant l'expérience*; nous ne constatons aucun changement dans le liquide interne qui a gardé son aspect et sa composition normale. Nous avons donc là une démonstration extrêmement nette d'un phénomène que nous ne pouvions que supposer et cela dans des conditions et avec des substances telles que la réalité biologique du fait n'offre plus de doute. On pourrait, il est vrai, penser que le sérum de mouton est différent de celui du cheval; nous savons, cependant, que leur composition minérale et organique est voisine et nous pouvons conclure que ce qui se passe *in vitro* avec le sérum de cheval correspond à ce qui se passe *in vivo* dans le mouton. C'est donc bien l'imperméabilité de la vésiculaire qui conditionne la faible teneur du liquide interne en protéiques et non pas la consommation de celle-ci par le parasite. Les objections que nous faisons à la conception de GUIART sont parfaitement confirmées par les faits.

§ 10. CHOLESTÉRINE.

Cette substance est une des seules qui, existant en quantité appréciable dans le sérum de mouton, ne se retrouve pas ou qu'en très petite quantité dans le liquide du cysticerque. Il est impossible d'employer pour ces expériences les solvants habituels de la cholestérine (éther, alcool ou chloroforme). Nous avons préparé un extrait de glandes surrénales de mouton qui peuvent contenir jusqu'à 50 % de cholestérine; la glande est broyée avec du chlorure de sodium à 10 % à partie égale. Le mélange est décanté et le liquide obtenu présente d'une façon très nette les réactions de VULPIAN (chlorure de fer) et de DENIGÈS (iodate de potassium et acide phosphorique); il présente également avec une grande intensité la réaction de la cholestérine.

Après un séjour de six heures à 37° les liquides sont analysés. Le liquide interne présente un taux de 0,025 %. Cette teneur est normale et montre que dans les conditions de l'expérience

et dans l'état où elle se trouve, la cholestérine libre, n'a pas passé au travers de la proligère. L'absence de ce corps du liquide interne semble bien due à l'imperméabilité de la membrane et non pas à une consommation par le parasite. Le liquide externe est rouge brique et ressemble à l'extrait de surrénale !

Par la même occasion, nous avons recherché l'adrénaline. Après six heures le liquide externe présente une réaction de VULPIAN très nette, tandis que l'interne ne la manifeste pas !

§ 11. URÉE.

Les propriétés perméantes de cette substance sont connues. Dans les divers transsudats normaux et pathologiques, elle se trouve à un taux voisin ou égal à celui du sang. Quatre cysticerques sont placés dans 250 cc. d'eau courante, additionnée de 5 cc. d'urée à 5%. Après 50 minutes, les liquides internes sont analysés avec l'uréomètre; les chiffres d'azote libérable par l'hypobromite exprimé en urée sont de 1, 2,37, 1,15, 1,60 ‰, par conséquent tous supérieurs à la teneur normale du liquide 0,60 ‰ environ.

Ces faits sont normaux. La teneur du sang en urée est variable; il n'est donc pas étonnant que chez les cysticerques, nous ayons constaté la même variabilité; seules les comparaisons faites entre parasites et hôtes correspondants sont réellement valables. En admettant, comme nous l'avons fait sur le témoignage de quelques chiffres, que le parasite produise de l'urée en petite quantité, du fait de sa grande diffusibilité, l'équilibre doit être rapidement établi avec le milieu intérieur de l'hôte et la quantité produite difficile à déceler.

Ces expériences de perméabilité avec des substances biologiques donnent des résultats qui sont conformes aux prévisions que l'analyse du liquide nous permettait d'établir.

CHAPITRE VII

COMPORTEMENT OSMOTIQUE DU CYSTICERQUE

Connaissant la composition du liquide et les propriétés des membranes, il est intéressant de chercher à savoir comment se comporte le cysticerque vivant dans des solutions de concentrations différentes.

§ 1. MILIEUX ARTIFICIELS¹.

Dans un premier essai, nous préparons sept solutions de NaCl de concentration croissante, hypo- et hypertonique par rapport au liquide de cysticerque. Dans chaque liquide est placé un parasite (leur poids varie de 11 à 26 grammes). A intervalles réguliers, nous observons les augmentations ou les diminutions de poids en % (voir figure 8).

TABLEAU N° 23.

Poids initial	Dans NaCl.	Après:				
		0 h.	0 h. 15 m.	0 h. 35 m.	1 h.	2 h. 30 m.
11 gr.	eau cour.	0	+ 8,63	+ 14,45	+ 20	+ 40
12,3	2,15 ‰	0	+ 6,09	+ 12,18	+ 16,26	+ 29,27
11,1	4,37	0	+ 8,10	—	+ 10,81	+ 23,42
26,2	6,52	0	+ 0,76	+ 3,06	+ 4,96	+ 10,60
19,2	8,75	0	+ 1,04	+ 3,12	+ 5,20	+ 9,37
14,2	13,12	0	+ 0,70	+ 0,70	+ 1,40	0,00
14,3	17,50	0	+ 0	— 0	— 0	— 4,37

¹ SCHOPFER (1926b).

Les augmentations et les diminutions de poids sont comptées en % du poids initial. Nous constatons qu'elles sont assez exacte-



Fig. 8. — Comportement de *Cysticercus tenuicollis* dans des solutions hypo- et hypertoniques.

ment proportionnelles à la concentration du milieu, mais que la stabilité de poids (très relative, d'ailleurs), ne s'obtient pas appa-

remment dans une solution isotonique avec le liquide interne; un taux de 13,12 grammes par litre de chlorure de sodium produit une concentration moléculaire bien supérieure à celle du liquide du parasite. Mais il faut penser que le chiffre indiqué donne le titre *primitif* de la solution; celui-ci étant très supérieur à la teneur en NaCl du liquide de cysticerque, il doit se produire une diffusion de chlorure de sodium de l'extérieur vers l'intérieur et une diminution de la concentration extérieure avec tendance au rétablissement de l'équilibre. Le titre final sera donc abaissé. Les conditions d'une telle expérience s'éloignent des conditions physiologiques par le fait qu'il manque dans la solution extérieure les protéiques équivalents à ceux du sérum sanguin.

A la fin de l'expérience, les liquides internes ont acquis les concentrations suivantes (les parasites étant restés vivants, voir fig. 9, 1^{er} essai):

Milieu extérieur (Δ initial)	0	— 0°,14	28	41	55	82	1,11
Liquide interne (après 2 h. 30 m.) .	— 0,34	44	47	53	59	62	68
						(norm. — 0°,64)	

Pour constater le passage du chlorure de sodium et pour pouvoir l'apprécier quantitativement, nous avons procédé de la manière suivante; nous connaissons:

- 1° le poids initial du cysticerque,
- 2° le poids final du cysticerque,
- 3° le poids des membranes; elles sont pesées séparément à la fin de l'expérience,
- 4° le poids du liquide à la fin de l'expérience. Il est calculé par soustraction (2—3),
- 5° le poids du liquide au début de l'expérience, calculé (1—3),
- 6° le taux primitif des liquides en chlorures (7 gr. ‰).

Il nous est donc possible de connaître la quantité absolue de chlorure de sodium contenue dans chaque cysticerque avant et après l'expérience et de constater dans quel milieu d'expérience il n'y a pas eu de modifications.

TABLEAU N° 24.

Milieu extérieur			Liquide de cysticerque (ap. l'exp.)	
NaCl ‰		Δ	NaCl ‰	Δ
1)	0	0	2,92	— 0°,34
2)	2,15	— 0°,14	3,80	— 0°,44
3)	4,37	— 0°,28	4,68	— 0°,47
4)	6,52	— 0°,41	6,14	— 0°,53
5)	8,75	— 0°,55	—	— 0°,59
6)	13,12	— 0°,82	7,89	— 0°,62
7)	17,55	— 1°,11	8,11	— 0°,68

(Il ne faut pas oublier que, dans la concentration moléculaire du liquide de cysticerque, le NaCl ne compte que pour les $\frac{2}{3}$ environ.)

Aux environs de 8,75 ‰ l'équilibre semble s'établir.

Les calculs des teneurs absolues en chlorure de sodium donnent (en gr.):

	1	2	3	4	5	6	7
Avant. . . .	0,063	0,080	0,073	0,127	0,099	0,081	0,085
Après. . . .	0,039	0,057	0,061	0,129	—	0,090	0,093

Il est donc nettement prouvé que jusqu'à une teneur du milieu extérieur de 6 à 8 ‰ en chlorures (expériences 4 et 5) le NaCl diffuse du dedans au dehors; lorsque le taux extérieur dépasse ce chiffre, la diffusion se fait du dehors au dedans, mais *beaucoup plus lentement*. C'est aux environs de 8 ‰ qu'il semble y avoir stabilité en ce qui concerne les teneurs en NaCl.

Une seconde expérience donne les mêmes résultats (voir figure 9,¹ 2^{me} essai):

TABLEAU N° 25.

Milieu extérieur		Liquide de cysticerque (après l'expérience)
NaCl ‰	Δ	Δ
0	— 0°,02	— 0°,27
1,8	— 0°,11	— 0°,385
3,75	— 0°,23	— 0°,400
7,50	— 0°,45	— 0°,520
15,00	— 0°,825	— 0°,685
30,00	— 1°,580	— 0°,905

¹ Cette représentation graphique est celle que Duval (1925) utilise pour indiquer les variations de concentration d'un milieu intérieur, sous l'influence du milieu extérieur.

Ici, c'est à un taux un peu supérieur à 7,5 ‰ que l'équilibre des concentrations s'établit, très probablement entre 8 et 9,5 ‰. Le graphique construit avec ces données est suggestif.

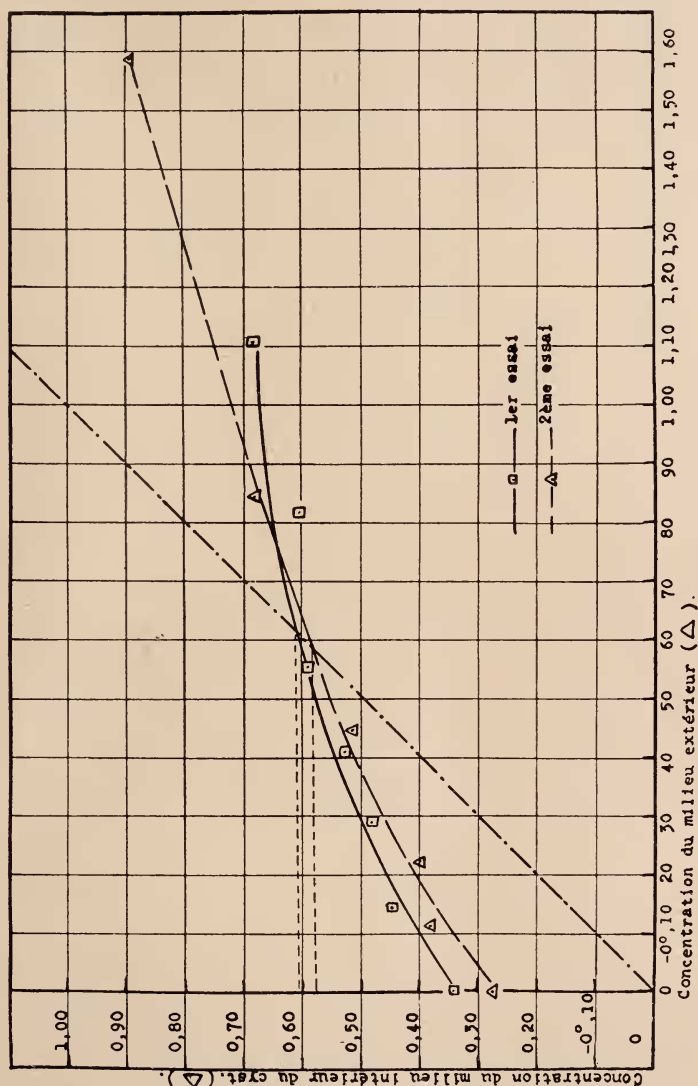


FIG. 9. — Concentration du liquide de *Cysticercus tenuicollis* en fonction de la concentration du milieu extérieur. La bissectrice est le lieu géométrique des points correspondant à une égale concentration des milieux intérieurs et extérieurs.

Il semble exister une contradiction entre les expériences d'augmentation de poids et les observations faites sur les teneurs en NaCl. On ne voit pas pourquoi le liquide de cysticerque étant

isotonique avec une solution de chlorure de sodium à 8 ou 9 ‰, il y a gonflement, augmentation de poids dans une solution à plus de 13 ‰. Il faut cependant remarquer que cette augmentation est faible et qu'elle n'est pas durable; elle est suivie d'une diminution telle qu'on pouvait la prévoir. Il est probable que si l'expérience avait duré plus longtemps cette diminution se serait encore accentuée. Nous supposons que cette anomalie apparente est due au fait que dans le voisinage de l'isotonie il doit y avoir au début un passage d'eau provoqué par la présence dans le liquide externe d'une dose assez élevée de matières protéiques. Dans les essais qui suivront, où nous utiliserons comme liquide extérieur du sérum, plaçant ainsi le parasite dans ses conditions normales, cette anomalie ne se manifesterait pas.

Les solutions de NaCl ne sont pas favorables au maintien des cysticerques dans leur état normal plus que quelques heures. Il est tout de même intéressant de remarquer qu'à la fin de l'expérience, les augmentations de poids sont assez exactement proportionnelles à la concentration du milieu extérieur.

§ 2. EXPÉRIENCES AVEC LE SÉRUM COMME MILIEU EXTÉRIEUR ¹.

Nous avons utilisé le sérum de cheval, préparé selon la méthode habituelle, recueilli aseptiquement et utilisé aussi frais que possible. Il est salé afin d'obtenir un milieu hypertonique et dilué pour la préparation des milieux hypertoniques. Les concentrations de ces milieux sont les suivantes:

Sérum + NaCl	Sérum normal	Sérum dilué			Eau courante
1	2	3	4	5	6
— 1°,60	— 0°,560	— 0°,37	— 0°,11	— 0°,07	— 0°,02

L'abaissement du point de congélation du milieu 4 est un peu plus bas que celui qui était prévu: en effet, en diluant le sérum, le coefficient de dissociation augmentant, le Δ devrait être plus élevé. Un cysticerque placé dans l'eau courante sert de témoin. Les essais sont faits à 37°. Dans le sérum normal, le parasite se contracte énergiquement et d'une façon durable (voir figure 10).

¹ SCHOPFER (1926c).

TABLEAU N° 26.

Poids initial du cysticerque	Milieux					
	Hypert.	N	$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{4}$	$\frac{N}{8}$	Eau cou- rante
	1	2	3	4	5	6
	11,6 gr.	15,55 gr.	12,05 gr.	11,85 gr.	10,40 gr.	6,70 gr.
Après	%	%	%	%	%	%
0 h. 20 m.	— 2,16 ×	+ 0,32 ×	+ 7,08 ×	+ 0,42 ×	+ 6,73 ×	+ 8,22 ×
0 h. 35 m.	— 2,60 ×	+ 0,32 ×	+ 8,34 ×	+ 0,84 ×	+ 13,84 ×	+ 18,50 ×
1 h. 20 m.	— 2,60 ×	+ 0,64 ×	+ 10,83 ×	+ 1,26 ×	+ 25,00 ×	+ 28,76 ×
1 h. 50 m.	— 3,50 ×	+ 0,64 ×	+ 10,83 ×	+ 1,68 ×	+ 33,17 ×	+ 36,98 ×
2 h. 20 m.	— 4,30 ×	+ 0,64 × × ×	+ 12,50 ×	+ 2,10 ×	+ 36,54 ×	+ 39,73 ×
2 h. 50 m.	— 5,20 ×	+ 0,32 × × ×	+ 13,75 ×	+ 2,52 ×	+ 44,23 ×	+ 44,52 ×
13 h. 50 m.	— 15,51 × *	— 3,55 × × ×	+ 27,90 ×	+ 13,13 ×	+ 73,03 ×	+ 70,55 ×
20 h. 05 m.	— 21,55 × ? *	— 4,86 × × *	+ 32,90 × *	× ? *	+ 94,23 × ? *	+ 63,70 !!

×, × ×, × × × signifie mouvements plus ou moins énergiques.

× ? » » très faibles.

!! » plus de mouvements, animal mort.

* » présence en grande quantité entre les deux membranes, de sérum de cheval, jaune citrin.

A la vingtième heure tous les animaux sont encore vivants; seul celui du sérum normal présente encore des contractions normales; les autres ont leurs mouvements affaiblis. Indépendamment des présentes observations, nous avons pu maintenir le cysticerque du sérum normal en vie pendant plusieurs jours, à la condition de remplacer le sérum de temps à autre. Le sérum de mouton semble permettre une survie plus longue que celui du cheval, ce qui est normal. Il est possible qu'après plusieurs heures des déchets du parasite s'accumulent dans le sérum extérieur (la quantité utilisée n'est jamais supérieure à 30 cc.) et retentissent d'une manière

défavorable sur lui; nous n'avons pas approfondi cette question. De toute façon, il est certain que le sérum constitue un milieu d'élevage de choix pour ce cysticerque. Nos premiers essais avec le sérum datent de 1925 et ont été publiés en 1926. La même année, DÉVÉ, l'éminent spécialiste de l'échinocoque, a pu, dans du sérum de cheval frais, non chauffé, suivre une évolution vésiculaire des scolex (jusqu'au 14^{me} jour). Partant de la même idée, COUTELEN, en 1927, obtient d'intéressants résultats et réussit à conserver

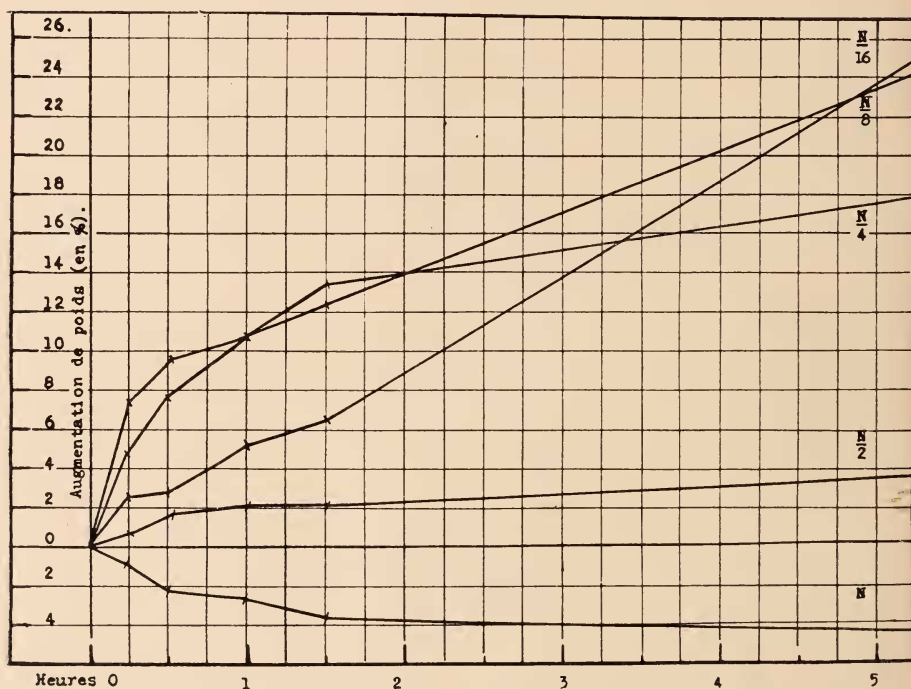


FIG. 10. — Comportement de *Cysticercus tenuicollis* dans les sérums normaux, dilués et concentrés. (1^{er} essai).

pendant 30 jours des scolex vésiculeux; pendant sept jours, trois hydatides filles ont été gardées vivantes dans un mélange de sérum de cheval frais, non chauffé, et de liquide hydatique. Comme nous, cet auteur observe que la température optima pour les cultures varie entre 37° et 39°; à partir de 42° elles succombent.

Examen des résultats (fig. 10):

Courbe n° 2. (N). C'est dans le milieu sérum normal que les variations de poids sont le plus faibles. La concentration de ce sérum est de $-0^{\circ},56$, donc légèrement hypertonique par rapport au liquide de cysticerque; c'est ce qui pourrait peut-être expliquer la faible augmentation de poids du début.

Courbe n° 4. ($\frac{N}{4}$). A première vue, elle ne semble pas prendre place dans la série. Nous avons pourtant vérifié que le liquide interne du cysticerque utilisé présente un Δ de $-0^{\circ},60$. Dans le milieu utilisé, le parasite est rapidement devenu turgescent; nous pensons qu'il s'agit d'un cysticerque dont la quantité de liquide contenue au préalable était plus grande que pour les autres; la tension élastique de la membrane étant plus forte, le maximum a été plus rapidement atteint. Cette courbe ne devrait pas intervenir ici et de toute façon ne doit pas fausser l'interprétation des résultats obtenus avec les autres courbes: dans un sérum normal dilué ou concentré, le parasite réagit au moins tant qu'il est vivant par une augmentation de poids (apport d'eau) ou par une diminution (départ d'eau). Ces variations semblent proportionnelles à la concentration du milieu extérieur. Il va de soi que ces variations s'observent *in vitro*, mais que dans l'hôte elles n'ont jamais l'occasion de se produire, car le sang de mouton ne varie sa concentration que dans des limites étroites: de $-0^{\circ},584$ à $-0^{\circ},679$ selon LAZARUS-BARLOW (1896); de $-0^{\circ},607$ à $-0^{\circ},633$ selon BUGARSZKY et TANGL (1898). Le chiffre le plus bas est donné par WINTER (1896): $-0^{\circ},55$. Il est certain que cette variation de $\frac{1}{10}$ doit retentir sur le Δ du liquide de parasite et que l'équilibration doit se faire assez rapidement. Il suffit, pour s'en convaincre, d'observer les modifications de poids qui se produisent lorsqu'on fait passer la concentration du milieu extérieur de 6,52 à 8,75 gr. NaCl ‰ . Si l'on pense à ces variations possibles dans la concentration du sérum de mouton et à la façon rapide et précise dont le cysticerque répond aux variations extérieures, on comprendra qu'il est impossible d'obtenir pour le liquide de ce dernier un Δ absolument stable; pour les nombreuses cryoscopies que nous avons faites de ce dernier, les limites extrêmes (rarement atteintes) ont été de $-0^{\circ},55$ à $-0^{\circ},67$. En ce qui concerne la coloration jaune du liquide externe due à la pénétration du sérum extérieur, il est à remarquer que si

nous ne l'observons qu'après 13 heures et 20 heures, c'est que l'introduction d'une certaine quantité de liquide est nécessaire avant de

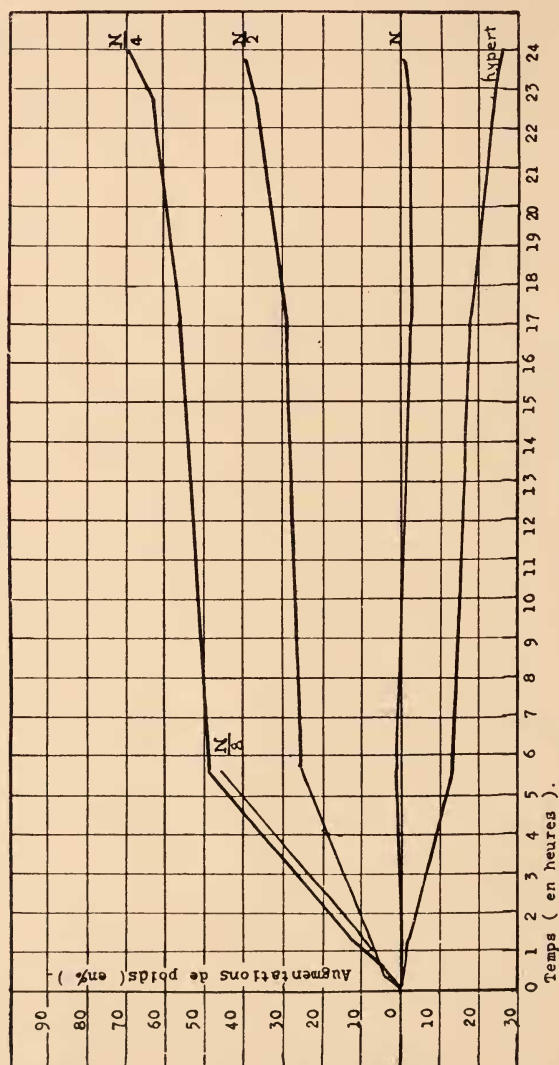


Fig. 11. — Comportement de *Cysticercus tenuicollis* dans les sérums normaux, concentrés et dilués. (2^{me} essai).

s'en rendre réellement compte sans ouvrir la membrane externe; si nous avons pu faire cette dernière opération, il est probable que

la pénétration du sérum eût pu être constatée bien plus tôt. A remarquer également que dans une solution hypertonique (NaCl ajouté au sérum) l'apparition de la teinte jaune semble se faire plus tôt que dans les autres milieux. Dans les milieux hypertoniques où la teinte du milieu extérieur est plus claire par le fait de l'adjonction d'eau, il est possible de constater tout de même la pénétration du sérum dans le liquide externe du cysticerque. Ces observations confirment absolument les idées que nous avons émises quant à la perméabilité des membranes.

Une deuxième expérience donne des résultats encore plus nets. Même protocole que pour l'essai précédent; sérum de cheval identique, ainsi que les concentrations. Température 37°. Durée de l'expérience: 24 heures (voir figure 11).

TABLEAU N° 27.

Poids initial du cysticerque	Milieux				
	hyper.	N	$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{4}$	$\frac{N}{8}$
	1	2	3	4	5
	13,80 gr.	15,15 gr.	11,60 gr.	8,25 gr.	9,60 gr.
Après	%	%	%	%	%
0 h. 20 m.	— 1,08 ×	0 × ×	+ 4,31 ×	+ 3,03 ×	+ 3,65 ×
1 h. 15 m.	— 1,81 ×	— 0,336 ×	+ 8,62 ×	+ 13,94 ×	+ 10,42 ×
5 h. 40 m.	— 13,76 ×*	+ 0,336 ×*	+ 25,00 ×*	+ 49,10 ×	+ 45,83 !!
7 h. 00 m.	— 17,75 ×*	— 2,97 ×*	+ 29,31 ×*	+ 51,37 ×	accident
22 h. 45 m.	— 23,91 ×*	— 2,31 ×*	+ 37,93 ×*	+ 63,64 ×	
23 h. 45 m.	— 26,45 ×*	— 1,65 ×*	+ 40,52 ×?*	+ 70,91 ×?	

La courbe obtenue avec le parasite du sérum pur est d'une remarquable régularité; les variations de poids ne dépassent pas le 3 % du poids initial.

Le graphique relatif aux augmentations totales de poids en fonction de la concentration du milieu concorde exactement pour

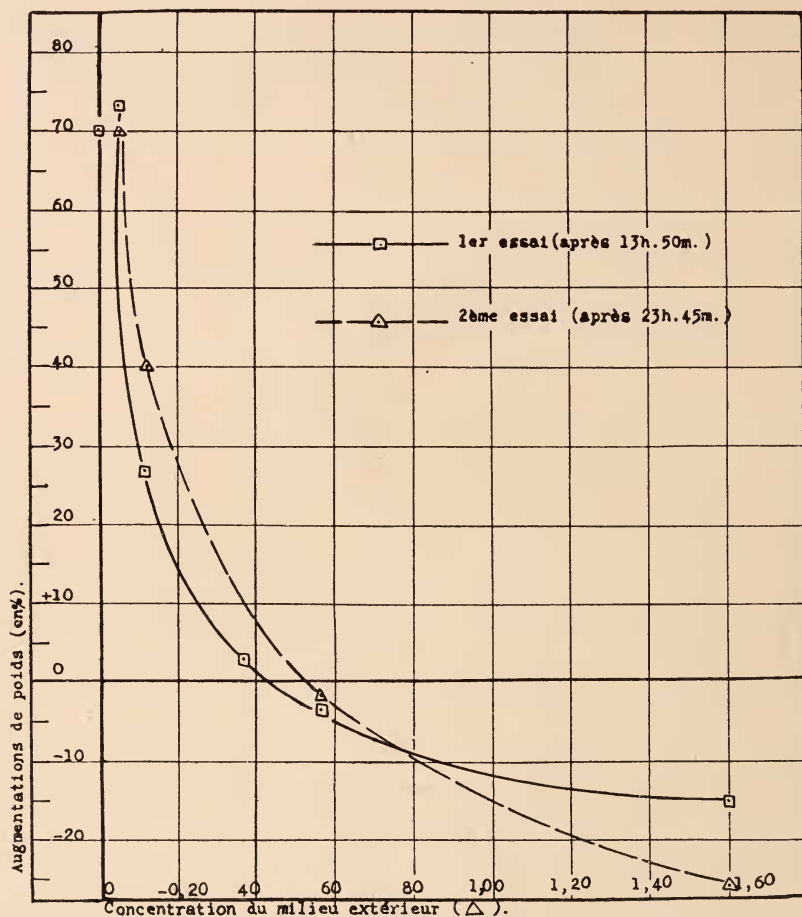


FIG. 12. — Augmentations et diminutions de poids de *Cysticercus tenuicollis* en fonction de la concentration des sérums.

les deux séries (voir figure 12). La pénétration du sérum semble s'être faite plus rapidement que dans la première série.

CHAPITRE VIII

COMPORTEMENT DU CYSTICERQUE DANS DES MILIEUX DE p^H VARIABLE

Le sang constituant un système tampon, les variations de p^H y sont faibles. Sa faible alcalinité doit constituer, pour le cysticerque, le p^H le plus favorable. Il est intéressant de constater qu'envers un sérum légèrement alcalin, le liquide de cysticerque possède et maintient une légère acidité (6,4 env.); le liquide externe, par contre, donne un p^H un peu supérieur à 7 et se rapprochant de celui du sérum.

Dans un premier essai, nous cherchons à établir quel est le p^H le plus favorable pour le maintien du parasite en vie dans les milieux d'expérience. Nous utilisons six solutions constituées par un mélange de phosphates primaires et secondaires et donnant des p^H de: 5,4; 6; 6,6; 7; 7,5; 8. — Dans 20 cc. de chacun de ces milieux, nous plaçons un parasite vivant. Après deux heures nous observons:

	5,4	6	6,6	7	7,5	8
Mouvements	×	×	×	×	×	×
	faibles, cyst. un peu gonflé	tous vivants				

Il semble donc que c'est dans un milieu faiblement alcalin que les mouvements de contraction sont les plus énergiques (tout au moins avec les substances constituant le milieu indiqué); ce p^H correspond approximativement à celui du sang.

Dans un deuxième essai, nous établissons quelles modifications de p^H subit le liquide de cysticerque sous l'influence de milieux extérieurs d'acidité variable. Les milieux (mélange de phosphates) ont des p^H de 5, 6, 7, 8, 9. Après 16 heures à 37°, les liquides internes

sont extraits et leur acidité est immédiatement mesurée (à l'aide d'indicateurs). Tous les parasites sont encore vivants. Les mélanges ayant servi à la préparation des milieux sont conservés.

p ^H initial du milieu .	5	6	7	8	9
p ^H du liq. après 16 h.	6,3	6,5	7,3	7,5	7,8-8

Plongé dans un milieu (phosphates) plus acide que son liquide, le cysticerque reste vivant et acidifie son liquide; inversement, dans un milieu plus alcalin il s'alcalinise. Répétée plusieurs fois, cette expérience nous a toujours donné les mêmes résultats avec plus ou moins de régularité. Dans les milieux d'acidité voisine de celle du liquide, les modifications sont moins nettes. On peut parler d'une régulation du p^H sous l'influence du milieu extérieur.

Dans un dernier essai, nous examinons les modifications d'acidité du milieu extérieur sous l'influence du parasite. Les milieux d'expérience sont les mêmes que pour le premier essai; ils sont conservés et à la fin de l'expérience, la teinte qu'ils donnent avec l'indicateur est comparée avec celle que fournit le milieu correspondant ayant subi l'action du cysticerque. Les comparaisons sont faites 1 h. ¹/₄ après le début de l'essai qui est exécuté à 37°.

p ^H milieu ext. avant .	5,4	6	6,6 — 7	7,5	8
p ^H milieu ext. après .	6	6,5	7-7,2	7,3-7,5	7,5

Tous les parasites sont vivants.

Cette transformation du milieu sous l'action du cysticerque paraît à première vue curieuse si l'on pense au pouvoir tampon normal du mélange des phosphates. Il est impossible que le parasite produise une acidité assez forte en si peu de temps, pour modifier aussi fortement son milieu. Il est possible que les substances produites par métabolisme du parasite (acides organiques), interviennent pour une faible part dans ces changements de p^H. Il doit plutôt s'agir d'un phénomène de perméabilité dont le résultat serait l'établissement d'un équilibre des deux côtés de la membrane vésiculaire. Les phénomènes qui se manifestent dans ce cas, doivent être fort complexes, puisque les constituants du liquide et les phosphates y prennent part. Le problème serait intéressant à approfondir au point de vue purement physico-chimique; pour nous, il nous suffit de savoir que:

1^o un milieu voisin de la neutralité ou faiblement alcalin est favorable au parasite;

2^o une acidité ou une alcalinité plus élevée (dans les limites de nos expériences), sans tuer le parasite, nuit cependant à sa vitalité;

3^o sous l'influence de cette acidité et de cette alcalinité plus élevée, le p^H du liquide de cysticerque subit une modification appréciable.

Si l'on se rappelle la perméabilité de la membrane pour les ions H et OH, ces observations deviennent plus compréhensibles.

CONCLUSIONS

1. Le liquide de *Cysticercus tenuicollis* possède une composition telle qu'on peut l'assimiler à un transsudat dialytique équilibré avec le plasma de mouton. On y retrouve tous les éléments minéraux du plasma à des taux voisins de ceux du sang; seuls les phosphates et les sulfates qui dans le sang ne sont pas tous dialysables se trouvent dans le liquide du parasite à des taux inférieurs.

2. Le chlorure de sodium y atteint une concentration supérieure à celle du plasma, ce qui pourrait s'expliquer par un équilibre de DONNAN. La cholestérine n'est présente qu'à un taux très faible et atteste que la membrane vésiculaire n'est pas également perméable à tous les corps.

3. Le sucre (glucose?), l'urée, l'acide urique sont présents à des taux qui souvent dépassent ceux du sang. Il faut les considérer comme résultant en partie du métabolisme particulier du parasite. Les matières protéiques dont la teneur est faible ne passent pas non plus au travers de la membrane vésiculaire. On ne peut invoquer, pour justifier leur absence, une consommation par le parasite; il faut faire intervenir les propriétés de la membrane vésiculaire. Entre les deux membranes existe un liquide externe qui, par toutes ses propriétés s'éloigne sensiblement du liquide interne, dont il n'est pourtant séparé que par une simple membrane, et se rapproche au contraire du sérum; il faut le considérer comme un exsudat très grossièrement filtré par la membrane cuticulaire qui ne semble pas exercer de sélection parmi les corps auxquels elle permet le passage. Considéré dans son ensemble, en faisant abstraction des produits du métabolisme du parasite, et comparé au sang, le liquide de cysticerque se trouve dans le même rapport que le liquide céphalo-rachidien ou l'humeur aqueuse par rapport au sang. Sa plus grande richesse en matières protéiques lui assigne un caractère particulier et l'éloigne quelque peu des deux transsudats cités. Par contre,

sa teneur en protéiques est de beaucoup inférieure à celle du liquide péricardique ou amniotique.

4. Les expériences montrent que les propriétés des deux membranes sont différentes quant à leur perméabilité, comme les compositions différentes des deux liquides le laissent déjà supposer. Ces différences se manifestent en premier lieu sur un certain nombre de substances biologiques telles que la cholestérine, les protéiques, les fractions combinées et non diffusibles de certains éléments minéraux. Elle se manifeste plus nettement encore avec des substances non biologiques, sulfate de cuivre, chlorure de fer, acide picrique, etc. Ces différences ne sont visibles que tant que la membrane vésiculaire est vivante et se contracte dans un milieu à 37°. Celle-ci étant tuée, la sélection qu'elle manifestait cesse et le liquide interne change de composition. On retrouve souvent, dans le liquide de parasites morts, de l'hémoglobine en quantité appréciable, ce qui n'est jamais le cas lorsque l'animal est vivant. Le liquide externe, au contraire, en est fréquemment chargé, le parasite étant vivant. Il contient fréquemment aussi des éléments anatomiques (hématies, leucocytes).

5. Le sérum frais, non chauffé, est un milieu très favorable pour les expériences et l'élevage du cysticerque. Dans ce milieu, le comportement osmotique du parasite est tel qu'il se rapproche beaucoup de ce qu'il est lorsque le parasite se trouve dans son hôte. *In vitro*, le parasite est très sensible aux modifications de concentration du milieu, qu'il s'agisse de milieux artificiels au chlorure de sodium ou de sérum, et y réagit assez rapidement par des augmentations ou des diminutions de poids, des dilutions ou des concentrations de son liquide.

6. L'acidité la plus favorable pour le parasite se trouve, dans les conditions de nos expériences, au voisinage de la neutralité. Il supporte des acidités ou des alcalinités plus faibles, mais s'y contracte moins bien et moins régulièrement.

7. De plus nous avons cherché à expliquer physico-chimiquement la dégénérescence du cysticerque et montré les modifications qui surviennent dans son liquide lorsqu'il ne parvient pas dans son hôte définitif.

8. Ces résultats ne sont pas directement applicables à l'échino-coque. Nous supposons, cependant, qu'en ce qui concerne la perméabilité des membranes, les phénomènes doivent être semblables.

BIBLIOGRAPHIE

1898. ABDERHALDEN, E. *Zur quantitativen vergleichenden Analyse des Blutes*. Zeitsch. f. Physiol., Chem., Bd. 25, S. 65.
1914. AUTENRIETH, W. A. und FUNCK, A. *Über colorimetrische Bestimmungsmethoden. Die Bestimmung der Harnsäure im Blut und Harn*. Münch. med. Wochenschr., Bd. 61, S. 457.
- 1909a. BATTELLI, F. et STERN, L. *Untersuchungen über die Urikase in den Tiergeweben*. Biochem. Zeitsch., Bd. 19, S. 219.
- 1909b. — *L'uricase dans les tissus animaux*. C. R. de la Soc. Biol. Paris., T. 66, p. 612.
- *1915. BENEDICT, S. R. *Journ. biol. Chem.*, T. 20, p. 633.
1856. BERNARD (Ch.) et AXENFELD. *Présence du sucre dans le liquide d'un kyste hydatique du foie*. C. R. de la Soc. Biologie., T. 3, p. 90.
- *1921. BLOOR, W. *Bull. Soc. chim. biol.*, T. 3, p. 474.
1927. BRUMPT, E. *Précis de parasitologie*. Paris, Masson.
1904. BRAULT, A. et LOEPER, M. *Le glycogène dans la membrane germinale des kystes hydatiques*. Journ. Physiol. Pathol. gén., T. 6, p. 295.
1898. BUGARSZKY, St. et TANGL. *Physikalisch-chemische Untersuchungen über die molekularen Konzentrations-Verhältnisse des Blutserum*. Pflügers Archiv. Bd. 72, S. 531.
1887. BUNGE, G. *Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie*. Leipzig.
1891. CHAUFFARD, A. et WIDAL, F. *Recherches expérimentales sur les processus infectieux et dialytiques du foie*. Bull. Soc. méd. Hôpit. Paris, 3^{me} série, T. 8, p. 168.
1927. COUTELEN, F. *Essai de culture in vitro de scolex et d'hydatiques échinococciques (Echinococcus granulosus)*. Ann. Parasitologie hum. et comp., T. 5, p. 1.
1860. CRUVEILHIER. Article « *Acephalocyste* » in: Diction. de méd. et de chirurg. pratiques, T. 1, p. 199.
1859. DAVAINÉ, C. *Traité des Entozoaires et des maladies vermineuses de l'homme et des animaux domestiques*. Paris, Baillière.
1921. DENIS, W. *Sulfates in blood*. Journ. of biol. Chem., T. 49, p. 311.

1905. DÉVÉ, F. *Les kystes hydatiques du foie*. Paris, Rudeval.
1923. FLÖSSNER, O. *Neues über die Echinokokkusflüssigkeit*. Münchn. med. Wochenschr., Bd. 70, S. 1340.
1924. — *Neue Untersuchungen über die Echinokokkusflüssigkeit*. Zeitschr. für Biolog., Bd. 80, S. 255.
1925. — *Neue Untersuchungen über Echinokokkusflüssigkeit*, Zeitschr. für Biolog., Bd. 82, S. 298.
- *1913. FOLIN, O. et DENIS, W. Journ. biol. Chem., T. 14, p. 29.
1903. VON FÜRTH, O. *Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere*. Jena, Fischer.
1887. GRIFFITHS, A. B. *On the nephridia of Hirudo medicinalis*. Proc. roy. Soc. of Edimburg, T. 14, p. 346.
1887. — *Researches on the problematical organs of Invertebrata*, Proc. roy. Soc. of Edimburg, T. 14, p. 230.
1922. GUIART, J. et GRIMBERT, E. *Précis de diagnostic chimique et parasitologique*. Paris, Lamarre.
1922. HAHN, A. und MEYER, G. *Über die gegenseitige Umwandlung von Kreatinin und Kreatin. Die Bestimmung von Kreatin und Kreatinin im Blutserum*. Zeitschr. für Biol., Bd. 76, S. 247.
1902. HAMBURGER, H. J. *Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medicinischen Wissenschaften*. Wiesbaden, Bergmann.
1850. HEINTZ. *Jenaische Annalen*, Bd. 1, S. 180, (cité d'après LÜCKE).
1925. VAN DER HOEDEN, J. *Der Gehalt der Echinokokkusflüssigkeit an Echinokokkenantigen und Eiweiss*. Münch. med. Wochenschr., 1925, Bd. 72, S. 1022.
1922. HSIEN-WU. *Separate analyse of the corpuscles and the plasma*. Journ. biol. Chem., T. 51, p. 21.
- *1918. HUNTER, A. and CAMPBELL, W. R. Journ. biol. Chem., T. 33, p. 190.
1930. KRAUSE, A. C. und YUDKIN, A. M. *The chemical composition of the normal aqueous humor of the dog*. Journ. of biol. Chem., T. 88, p. 471.
- *1896. LAZARUS-BARLOW. Journ. of Physiol., T. 20, p. 145. (Cité d'après HAMBURGER).
1848. LEUCKART, R. *Beobachtungen und Reflexionen über die Naturgeschichte der Blasenwürmer*. Archiv für Naturgesch., 14. Jahrg, Bd. 1, S. 7.
1881. — *Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten*. 2te Auflage, Bd. 1, Lief. 2.
- *1914. LÖWY, J. Deutsch. Archiv. Klin. Med., Bd. 115, S. 318.

1860. LÜCKE, A. *Die Hüllen der Echinokokken und die Echinokokkenflüssigkeit*. Archiv für Pathol. Anatomie, Bd. 19, S. 396.
1926. MAGITOT, A. *L'humeur aqueuse*. Ann. Physiol. et Physicochim. biol., T. 2, p. 363 et 509. cf. aussi: MAGITOT et MESTREZAT, Ann. Oculistique, T. 98 et 99, 1921-22.
1890. MARCHAL, P. *L'acide urique et la fonction rénale chez les Invertébrés*. Mém. de la Soc. zool. de France, T. 3, p. 33.
1923. MAZZOCCO, P. *Composition du liquide hydatique*. C. R. de la Soc. Biolog. Paris, T. 88, p. 342.
1911. MESTREZAT, W. *Le liquide céphalo-rachidien normal et pathologique*. Thèse médecine, Montpellier.
1925. MICHAUD, L. *Über Donnangleichgewichte im Tierkörper*. Archiv für pathol. Anatomie, Bd. 254, S. 710.
1880. MONIEZ, R. *Essai monographique sur les Cysticerques*. Paris, Doin.
1875. MUNK, J. *Über die chemische Zusammensetzung der Echinococcenflüssigkeit*. Virchows Archiv, Bd. 63, S. 560.
1919. MYERS, V. C. and FINE, M. S. *Comparative distribution of urea, creatinine, uric acid and sugar in the blood and spinal fluid*. Journ. biol. Chem., T. 37, p. 239.
1863. NAUNYN, B. *Über Bestandteile der Echinokokkusflüssigkeit*. Archiv für Anatomie und Physiologie, Bd. 63, S. 417.
1858. RECKLINGHAUSEN (VON), F. *Echinococcusflüssigkeit*. Virchows Archiv, Bd. 14, S. 481.
- *1919. ROSENBLOOM, G. Biochem. Bull., T. 5, p. 24.
1904. SCHILLING, Th. *Über Echinokokkenflüssigkeit*. Zentralbl. für Innere Med., Bd. 25, S. 833.
- 1925a. SCHOPFER, W. H. *Sur la présence d'acide urique chez le Cysticerque*. C. R. Soc. Phys. Hist. nat., T. 42, p. 128.
- 1925b. — *L'urée chez les Cysticerques*. Idem., p. 155.
- 1925c. — *Recherches sur le liquide de Cysticercus tenuicollis*. Actes Soc. helv. Sc. nat., T. 106, p. 157.
- 1926a. — *Recherches sur la perméabilité des membranes de Cysticerque pour divers sels*. C. R. Soc. Phys. Hist. nat., T. 43, p. 122.
- 1926b. — *Recherches physico-chimiques sur les parasites (Cysticerque)*. Nouveaux résultats. Idem., T. 43, p. 64.
- 1926c. — *Sur le comportement des Cysticerques dans les sérums normaux et hypotoniques*. Idem., T. 43, p. 136.
- 1926d. — *Sur la perméabilité des membranes de Cysticercus tenuicollis pour le sulfate de cuivre*. Actes Soc. helv. Sciences naturelles. T. 107, p. 219.

1927. — *Sur l'indice de réfraction du liquide de Cysticerque et ses variations.* C. R. Soc. Phys. Hist. Nat., T. 44, p. 55.
1929. — *Le liquide de Cysticerque considéré comme dialysat.* Rev. suisse Zool., T. 36, p. 221.
1874. — *Über den Bau von Taenia mediocanellata und Taenia solium.* Zeitsch. für wiss. Zool., Bd. 24, S. 515.
1902. SURMONT, H. et DEHON, M. *Détermination du point cryoscopique du liquide hydatique. Recherches osmotiques sur la membrane. Dédutions pathogéniques.* Echo médical du Nord, T. 10, n° 269.
1922. TISDALL, F. F. *A rapid colorimetric method for the quantitative determination of the inorganic phosphorus in small amounts of serum.* Journ. biol. Chem., T. 50, p. 329.
1919. UYENO, D. *The physical properties and chemical composition of human amniotic fluid.* Journ. biol. Chem., T. 37, p. 77.
1923. WERNICKE, R. et SAVINO, E. *Quelques propriétés physiques du liquide hydatique.* C. R. Soc. Biol. Paris, T. 88, p. 343.
1896. WINTER, J. *De la concentration des liquides de l'organisme.* Archives de physiologie normale et pathologique, 5^{me} série, T. 8, p. 114.

Les travaux marqués d'une astérisque n'ont pas pu être consultés directement; ils sont pour la plupart cités d'après les tables de constantes et données numériques (Biologie, physiologie et chimie végétale, volumes 4 et 5).
